GOETHE
TEORÍA DE LOS COLORES

COLECCIÓN

TRATADOS

DIRECCIÓN

JOSÉ LÓPEZ ALBALADEJO

CONSEJO GENERAL
DE LA ARQUITECTURA TÉCNICA DE ESPAÑA

JOHANN WOLFGANG VON GOETHE

TEORÍA DE LOS COLORES

Introducción de

JAVIER ARNALDO

Región de Murcia
Consejería
de educación
y Cultura

© De esta edición: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España

© De esta edición: Albaladejo Libros / Avda. Teniente Montesinos, 8, Torre Z, 9ª planta / 30100 Murcia / Teléfono: 968 21 02 44 / e-mail: albaladejolibros@yahoo.es

Printed in Spain / Impreso en España
isbn: 978-84-89882-08-9
Depósito legal: V. 2.904 - 2008

Artes Gráficas Soler, S. L. - www.graficas-soler.com

ÍNDICE

Pág.

INTRODUCCIÓN, por Javier Arnaldo 9

ORIENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA 47

TEORÍA DE LOS COLORES

PARTE DIDÁCTICA

Prefacio 57
Esbozo de una teoría de los colores. Introducción 63
Cap. I: Los colores fisiológicos 69
Cap. II: Los colores físicos 95
Cap. III: Los colores químicos 157
Cap. IV: Nociones generales 187
Cap. V: Relaciones con otras disciplinas 193
Cap. VI: El efecto sensible-moral del color 203
Los colores entópticos 227
Las dobles imágenes del espato cálcico de Islandia 217
Los elementos de los colores entópticos 231
Colores entópticos 235

PARTE POLÉMICA

Denunciación de la teoría de Newton 265

Tomo primero de la "Óptica" de Newton. 1ª parte 271

Primera proposición. Primer teorema 271
Segunda proposición. Segundo teorema 286

Pág.

Tercera proposición. Tercer teorema 315
Cuarta proposición. Primer problema 325
Quinta proposición. Cuarto teorema 328
Sexta proposición. Quinto teorema 334
Séptima proposición. Sexto teorema 337
Octava proposición. Segundo problema 341

Tomo primero de la "Óptica" de Newton. 2ª parte 343

Primer proposición. Primer teorema 345
Segunda proposición. Segundo teorema 356
Tercera proposición. Primer problema 363
Cuarta proposición. Tercer teorema 368
Quinta proposición. Cuarto teorema 372
Sexta proposición. Segundo problema 387
Séptima proposición. Quinto teorema 388
Octava proposición. Tercer problema 389
Novena proposición. Cuarto problema 392
Décima proposición. Quinto problema 393
Undécima proposición. Sexto problema 403

Palabras finales 405

INTRODUCCIÓN

Para T. R.

"La geometría deja el espíritu como lo encuentra."
Voltaire

"¿Cuál es entonces la intención que han tenido mis estudios de óptica? Mi intención ha sido: recopilar todas las experiencias en esta disciplina, hacer todos los ensayos y llevarlos adelante en toda su diversidad, pero también de modo que sean fácilmente reproducibles y no se escapen a la visión de la mayoría. Y luego presentar las proposiciones en las que puedan ser expresadas las experiencias del género más elevado, y aguardar a ver en qué medida también se ordenan bajo un principio más elevado."
J. W. v. G.

1. Génesis y composición de *Zur Farbenlehre*

En sus *Conversaciones con Goethe* transcribe Johann Peter Eckermann lo siguiente: "A todo lo que he producido como poeta —solía repetir [Goethe]— no le concedo gran importancia, pues en mi época los ha habido muy buenos; otros más excelentes aún existieron antes que yo, y mejores los habrá tal vez después de mi paso por el mundo. Pero, que en mi época, y en una ciencia tan difícil como la de los colores, haya sido el único capaz de descubrir el buen camino, constituye para

mí algo verdaderamente importante, y por ello puedo sentirme por encima de muchos".[1]

Estas orgullosas palabras ponen de relieve la importancia de la teoría del color en el conjunto de los escritos de Goethe. Los estudios sobre teoría del color son, con mucho, la obra más extensa de Goethe, y el trabajo que durante más tiempo le ocupó. Estos estudios arrancan, al menos, de 1790, y aún en 1832, en los últimos meses, e incluso en el último día de su vida, continuaba experimentando con efectos ópticos relacionados con el fenómeno del color. Además, el magisterio de la cromatología de Goethe para el desarrollo de la historia del arte contemporáneo es, como sabemos, fundamental. Tendremos ocasión de cerciorarnos de las razones que explican la importancia de su doctrina sobre el color. Para el insigne poeta la dedicación al estudio del color suponía además un especial reto personal, en la medida en que la aplicación a tales trabajos, propios del pintor o del físico, le requería sobreponerse a sus especiales talentos de imaginador literario.[2] Con todo, en las páginas de la *Farbenlehre* siempre hallaremos que es la voz consciente

---

[1] *Conversaciones con Goethe*, I, p. 287.

[2] "En tanto mis contemporáneos mostráronse harto benévolos conmigo desde la primera aparición de mis ensayos poéticos, y, aunque a vueltas de más de un reparo, concedíanme, cuando menos, bondadosamente el poético ingenio, yo, en cambio, guardaba respecto a la poesía una rara, especial relación, que era simplemente práctica, en cuanto celaba y revolvía largo tiempo en mi ánimo cualquier objeto que me hiciera impresión, cualquier precursor que me atrajese, hasta que, al cabo, algo salía de todo ello que pudiera ser reputado mío, que luego, en el transcurso de los años, iba elaborando calladamente, hasta que de pronto, y como por efecto de una improvisación, y hasta cierto punto por modo instintivo, iba y lo estampaba en el papel. A ello deba acaso atribuirse la vivacidad y fuerza de mis producciones.

"Pero, como ni en lo tocante a la concepción de un tema digno, ni en lo referente a la composición y elaboración de sus distintas partes, ni en lo que respecta a la técnica del estilo rítmico o prosaico, no se me ofrecía a mí nada útil, ni por el lado de la cátedra, ni por el de los libros, que si bien me ponían en guardia contra muchas cosas erróneas, no me dejaban reconocer claramente lo verdadero, induciéronme, por consiguiente, a seguir derroteros falsos; buscaba yo fuera de la poesía algo que pudiera servirme de punto de comparación y me permitiese otear y juzgar desde alguna distancia aquello que me ofuscaba de cerca.

"Para lograr ese objeto de nada mejor podía echar mano que del arte plástico. Invitábame a ello más de un motivo, pues había oído hablar muy a menudo de la afinidad de las artes entre sí, que también se empezaban ya a tratar relacionándolas en cierto modo. Ya en mis ratos de soledad en anteriores años llamárame la atención la Naturaleza en cuanto se muestra como paisaje, y como de chico entraba y salía en los estudios de los pintores, había tenido sobrada ocasión para intentar transformar en un cuadro, hasta donde me fuera posible, aquello que en la realidad se me aparecía; y hasta puedo decir que a eso, para lo que verdaderamente no tenía yo disposición alguna, sentíame impelido con un impulso más fuerte que a aquello otro que por naturaleza érame más fácil y cómodo. Tan cierto es que las falsas tendencias suelen con frecuencia encandecer al hombre con mayor pasión que las verdaderas, y que ponemos más empeño en ir tras de aquello en que nos aguarda un fiasco, que no tras aquello otro en que nos es más llano triunfar.

"Así pues, cuando menos estaba yo dotado de naturales disposiciones para el arte plástico, con tanto más afán andaba yo a la husma de leyes y reglas, y hasta ponía más atención en la técnica de la pintura que en la de la poesía, que siempre tratamos de llenar, mediante la razón y la sagacidad, aquellos vacíos que la Naturaleza en nosotros dejara." (De *Confesión del autor*, en *Obras completas*, II, p. 1975.)

del poeta la que quiere formar nuestro juicio en la consideración de las manifestaciones del color.

El móvil que le indujo a ocuparse de efectos cromáticos fue, en principio, el de resolver sus dudas sobre su empleo en la pintura, esto es, sobre el color como problema artístico. Especial importancia tuvo, a estos efectos, la lectura de la edición de 1786 de los escritos de Mengs, *Des Ritters Anton Raphael Mengs hinterlassene Schriften*. Sobre esto nos informan testimonios de sus *Viajes Italianos*. El 1 de marzo de 1788, en su segunda estancia en Roma, escribe a Herder:

> "Después de hechas estas consideraciones llega a mis manos la nueva edición de las obras de Mengs, libro que ahora me resulta infinitamente interesante, pues poseo el sentido plástico que por fuerza ha de preceder a su lectura, si se aspira a entender siquiera un renglón. Es, por todos conceptos, un excelente libro, cuyas páginas todas ofrecen algún provecho. También a sus *Fragmentos sobre la belleza*, que algunos encuentran tan oscuros, déboles yo felices esclarecimientos. He hecho, además, toda suerte de especulaciones sobre los colores, que tan de cerca me afectan, por ser esa parte del libro la que hasta aquí menos entiendo. Pero veo que con alguna práctica y la continua meditación podré capacitarme también para ese bello disfrute de la superficie del mundo."[3]

Mucho después, en la *Confesión del autor*, capítulo que cierra su *Farbenlehre*, de 1810, recuerda Goethe estas primeras motivaciones [4] con una importante observación:

> "Tan pronto como, tras larga interrupción, encontréme por fin con tiempo de sobra para seguir adelante en el camino emprendido, hubo de venírseme a las mientes, respecto al colorido, aquello que ya en Italia no pudo pasárseme por alto. Porque había caído finalmente en la cuenta de que a los colores, como fenómenos físicos, había que encararlos primero por el lado de la naturaleza, si con respecto al arte se quería poner en claro algo sobre ellos." [5]

---

[3] *Ibid.*, III, pp. 365-366.

[4] Goethe afirma que el color como problema en la práctica pictórica, que constituía su primera preocupación, le parecía un asunto carente de estudios o indagaciones que hicieran ganar una fundamentación objetiva para su conocimiento y supieran orientar con algún tipo de preceptos universalmente válidos al observador:

"Muchos cuadros habían sido ideados y compuestos delante de mí, estudiadas cuidadosamente sus partes, situación y forma, y de todo ello podían darme cuenta los artistas y podía yo darme cuenta a mí mismo y a los demás, y hasta muchas veces estaba en condiciones de dar un consejo. Pero, en lo tocante al colorido todo parecía ser del dominio de la casualidad, la cual venía a determinarla cierto buen gusto, determinado a su vez por la costumbre una costumbre derivada del prejuicio, y un prejuicio motivado en las condiciones del artista, del crítico o el aficionado. Porque cosa es que pasma la modestia con que acerca de ese punto se expresa, por ejemplo, un Laraisse." (*Ibid.*, II, p. 1976.)

[5] *Ibid.*, II, p. 1977.

Los estudios de Goethe sobre el fenómeno del color, que parten, efectivamente, de una curiosidad artística, se encaminan después, cuando conforma su teoría, por la vía de la observación naturalista y la experimentación científica. Estas indagaciones van a dar fundamento a sus tesis, precisamente para, más tarde, volver sobre los problemas pictóricos del color, [6] en los que primero se había iniciado.

El punto de partida de los estudios físicos de Goethe sobre el color es una anécdota perfectamente documentada y enormemente significativa. Tras largos titubeos y tanteos sin una dirección exacta, Goethe realizó una observación puntual que resultó ser la base de toda su teoría. Goethe disponía de unos prismas que le habían prestado, de los que apenas hizo uso durante mucho tiempo. Entrado el año 1790, su propietario [7] le apremió a que se los devolviera, y justo antes de embalarlos quiso mirar, por última vez, a través de ellos, y lo cuenta así:

> "Ya había yo sacado la caja para entregársela a aquél, cuando se me ocurrió la idea de mirar una vez más a la carrera por uno de los prismas, cosa que desde chico no hiciera. Recordaba muy bien que todo se veía abigarrado, aunque no la forma precisa en que aquello tenía lugar. Hallábame en aquel momento justamente en un cuarto todo pintado de blanco; al aplicar el ojo al prisma esperaba, según la teoría newtoniana, ver toda aquella pared blanca coloreada según distintas gradaciones, y repartida en otros tantos haces de colores la luz que de allí rebotara en la pupila.
>
> Pero, ¡cuál no sería mi asombro al advertir que la pared blanca, mirada con el prisma, seguía tan blanca como antes, de suerte que sólo allí donde confinaba con ella un tono oscuro acusábase un color más o menos marcado, y que, finalmente, en tanto aparecían los barrotes de la ventana matizados de los más vivos colores, fuera, en el cielo gris claro, apenas sí notábase vestigio alguno de color. No necesité cavilar mucho para reconocer que era menester un límite para hacer surgir los colores, y en el acto, como a impulsos de un instinto proclamé en voz alta que la teoría de Newton era errónea." [8]

---

[6] "Y de esta manera, casi sin advertirlo, vime metido en un campo extraño, pasando de la poesía al arte plástico y de éste a la investigación de la naturaleza, y a sentirme aguijado como hacia un fin hacia aquello que sólo entonces estaba llamado a ser un medio. Pero, habiéndome demorado harto tiempo en estas extrañas regiones, di, finalmente, con el feliz regreso al arte, merced a los colores fisiológicos y al efecto moral y estético de los mismos." (*Ibid.*, II, p. 1983.)

[7] "El consejero de cámara Büttner, que de buen grado comunicaba todo cuanto tenía en materia de libros e instrumentos, exigía, sin embargo, cual cuadra a todo cauto poseedor, que no retuviesen mucho tiempo las cosas que prestaba y se las devolviesen pasado un tiempo razonable, aunque luego se lo volviesen a pedir. No olvidaba nunca la menor cosa de las que prestaba, así como tampoco dejaba de reclamarla pasado cierto tiempo. (...)" (*Ibid.*, II, p. 1978.)

[8] *Ibid.*, p. 1979.

Llama la atención la confianza manifiesta de Goethe en una observación ocasional y momentánea, casi en un arrebato, que repentinamente le induce a abolir de un plumazo las tesis de la mayor autoridad en óptica de la Edad Moderna: las de Sir Isaac Newton. Esa confianza en un hecho aislado y no contrastado sería impensable en las ciencias exactas.

Los trabajos de Goethe se sucedieron con gran diligencia a partir de ese momento y le ocuparon intensamente en los dos decenios siguientes, entre 1790 y 1810. Tienen, desde luego, una base polémica, en la que él insistirá, que es la fórmula de derogación de la teoría de Newton. Pero este mismo debate científico le lleva a establecer formas muy fructíferas y originales de explicitación de los fenómenos cromáticos.

Los escritos sobre teoría del color y problemas afines que redactó antes de la *Farbenlehre* los he incluido en la bibliografía que sigue a estas líneas, en concreto en el apartado "Fuentes". Antes de la *Farbenlehre* sólo publicó las dos entregas de *Contribuciones a la óptica*, de 1791 y 1792 respectivamente. Otros artículos los incluyó posteriormente en los cuadernos *Zur Naturwissenschaft überhaupt*, publicados entre 1817 y 1824. Así, por ejemplo, un artículo como *El ensayo como mediador entre objeto y sujeto* —que es de notable importancia, puesto que en él se plasman las premisas de la metodología científica en la que Goethe va a fundamentar su teoría del color— es un escrito de 1794, que dará a conocer a Schiller en 1798, pero que no se publicará hasta 1823. Otros artículos, en cambio, sólo vieron la luz como obra póstuma.

Bien es cierto que cabría añadir otros ensayos que sabemos que realizó, pero que no han llegado hasta nosotros, bien porque los rehiciera, bien porque los destruyera, al entender que habían quedado superados. Uno de esos escritos perdidos es el artículo que envió en 1798 a Schiller, su interlocutor también en estos asuntos, que llevaba el título *Fenómenos y enunciados hipotéticos sobre la teoría del color, presentados según las categorías kantianas*. Goethe contó efectivamente con Friedrich Schiller como interlocutor en temas de cromatismo, aunque hubiera querido contar con él como colaborador efectivo para el desarrollo de la *Farbenlehre*, cosa que no llegó a ocurrir. El lugar de encuentro del pensamiento de ambos en esta investigación había de derivar de los postulados kantianos.

Ya desde 1790 Goethe se ocupó intensamente del estudio de la *Crítica del Juicio* de Kant, y, en efecto, el cristicismo kantiano, como tendremos ocasión de ver, es uno de sus apoyos velados en su polémica contra Newton, especialmente en la problemática de la busca de una unidad entre principios subjetivos y objetivos. Aunque, como sabemos, sus caminos son muy diferentes. [9]

---

[9] La relación de la filosofía de la naturaleza de Goethe con la filosofía kantiana es un interesantísimo episodio en su obra que ha sido objeto de consideración en numerosos estudios. Remitimos a los ensayos clásicos de Cassirer (1924) y Simmel (1949). Sobre este asunto, centrado en los problemas de estética: Menzer, 1942.

Con todo, la obra central sobre teoría del color de Goethe es su estimadísima *Farbenlehre*, que redactó desde 1799 y hasta 1810, año en que se publicó la edición definitiva de esta obra histórica, a la que seguirán, no obstante, en torno al año 20 otros trabajos complementarios sobre fenómenos cromáticos, básicamente los que tratan sobre los colores entópticos.

La *Farbenlehre* se caracteriza, entre otras cosas, por disponer de una estructura claramente articulada. Se compone de tres partes, la primera y principal o *Sección Didáctica*, una segunda *Sección Polémica*, dirigida contra Newton y la física matemática, y una última *Sección Histórica*, que constituye una antología de los testimonios históricos sobre teoría del color más significativos desde la Antigüedad hasta el siglo XVIII.

La versión primigenia de la *Farbenlehre* estaba compuesta únicamente por la *Sección Didáctica*. Comenzó a imprimirse en 1805, y no llegó a estar completa sino hasta 1808. Siguieron, con numerosos cambios, las entregas a la imprenta de las otras partes de la obra, hasta conformar los dos volúmenes de la edición de 1810. El proceso de elaboración del libro, que ha sido estudiado por Günther Schmidt, fue a todas luces lento y aparatoso, y hace pensar en la inestimable paciencia del impresor Frommann.

Con todo, las ediciones posteriores y contemporáneas de la *Farbenlehre* no se han atenido habitualmente a la edición de 1810, salvo en la publicación de las obras completas por Geistinger en Viena en 1812, en la que prácticamente se reedita la *Teoría de los colores*. Las razones de que hayan cambiado las versiones y la extensión de este ensayo son de diverso signo. Por un lado, el propio Goethe advirtió en varias ocasiones de que la importancia de las secciones "polémica" e "histórica" era relativa, y aseguró que estas partes no tenían por qué ser respetadas íntegramente en las reimpresiones de su obra. En segundo lugar, Goethe continuó investigando sobre el fenómeno del color después de 1810, con lo que la *Farbenlehre* no aparecía como una obra cerrada y completa. Valoró especialmente los estudios sobre *Colores endópticos* que realizó entre 1813 y 1820, y éstos se introdujeron después en la *Farbenlehre*.

La traducción al español del texto de Goethe que reeditamos, realizada por Pedro Simón, es estrictamente coetánea a la incluida en las *Obras completas* traducidas por Rafael Cansinos Assens, data de 1945, y es la primera y única publicación autónoma de la *Teoría de los colores* en nuestro idioma. [10] Contiene la

[10] Las traducciones de Simón y Cansinos señalan también prácticamente los tardíos inicios de la recepción de la *Farbenlehre* en nuestro entorno cultural. Con anterioridad a 1945 las referencias a esta obra de Goethe en la literatura en español son muy pocas. El primer estudio en nuestro idioma que se ocupa con seriedad de la teoría goetheana del color se remonta a 1877: José Camo, "El estado actual de la teoría de los colores", *Revista Contemporánea*, XII, pp. 81 ss. y 407 ss. Incluso entre los goetheanos del primer

Sección didáctica y la *Sección polémica*, y excluye, al igual que la de Cansinos, la parte histórica, así como la carta de Ph. O. Runge que Goethe incluyó en la *Farbenlehre* desde su primera edición como epílogo de la *Sección didáctica*, así como la recapitulación, [11] a modo de epítome, con la que Goethe concluyó en 1810 provisionalmente sus trabajos sobre cromatología.

La edición de Pedro Simón sí recoge, en cambio, los ensayos sobre colores entópticos, redactados después de 1813, que se añaden a la primera sección del libro. Los artículos *Las dobles imágenes del espato de Islandia* y *Los elementos de los colores entópticos* fueron publicados por vez primera en 1817 y 1820, respectivamente, en los cuadernos I y III de *Zur Naturwissenschaft überhaupt*. El primero iba acompañado de un ensayo del físico jenense Thomas Johannes Seebeck, *Historia de los colores entópticos*, a su vez precedido de un prólogo del propio Goethe. Estos ensayos, junto al artículo *Colores entópticos* de 1820, se engloban tradicionalmente en la *Farbenlehre*, no como otras anotaciones complementarias sobre cromatología que Goethe publicara en 1822 y 1823 en los cuadernos de *Zur Naturwissenschaft überhaupt*, sin que supusieran aportaciones novedosas.

La versión de la *Teoría de los colores* en español pretende cubrir, correctamente, lo que podemos considerar una edición-tipo, que presenta el cuerpo fundamental de la doctrina goetheana, y a tales parámetros se adapta. Recoge también la serie de láminas originales, que ilustran las tesis y sirven para recrear los experimentos del autor. Las láminas I a VI corresponden a la parte didáctica, la séptima y siguientes ilustran la sección polémica.

El que la parte histórica —*Materiales para una historia de la teoría del color*— no sea objeto de consideración en la inmensa mayoría de las ediciones nuevas de la *Farbenlehre* no debe causar extrañeza. Es una sección muy prolija en páginas, que además compendia una literatura sobre historia de la física que ha quedado anticuada, y una parte considerable del texto no fue redactada por Goethe, sino que son paráfrasis de otros autores, o se deben directamente al filólogo Friedrich Wilhelm Riemer o al historiador y al anticuario Heinrich Meyer, colaboradores, como es sabido, del patriarca de Weimar. Riemer realizó estudios sobre la terminología de los colores en la Antigüedad, Meyer esbozó una historia del colorido. La de Goethe se tiene, con todo, por la primera historia de la teoría del color. Este factor es suficiente para indicar su importancia. Pero el interés de los *Materiales para una historia...* radica, aparte de en su valor documental inestimable y en la característica brillantez de algunas de sus páginas, en la intención que le mueve a recopilarlos e incluirlos en su tratado.

---

tercio del s. XX la teoría de los colores, a diferencia de la morfología o de algunos aspectos estéticos, no es un objeto de consideración destacable. Véase U. Rukser, 1958, pp. 169-180.

[11] Artículo "Anzeige und Übersicht des Goetheschen Werkes zur Farbenlehre", *Morgenblatt für gebildete Stände*, 6 de junio de 1810.

Desde luego que la inclinación por el estudio de la historia de la teoría del color surgió de su misma preocupación por el asunto de los colores, pero su ensayo refleja objetivos aún más específicos. Goethe se proponía unir pasado y presente mediante la comprehensión del conjunto de la historia, que venía a actualizarse, a condensarse, en la nueva inflexión teórica que él mismo formulaba.

Los *Materiales* constituían, por un lado, un homenaje al pasado. Así, escribe en la *Introducción*: "A una afanada juventud la historia le resulta más fastidiosa que agradable, puesto que de buena gana ella misma empezaría una nueva época, una época para un nuevo mundo, y asimismo los que han avanzado en su formación y en su edad vienen a reconocer, con expresivas gracias, la gran riqueza de lo bueno, lo valioso y lo útil que sus antepasados les legaron", puesto que "a nuestros antepasados no les faltaron visiones certeras de la naturaleza". [12] La revisión selectiva del pasado fundamentaba, además, no sólo la novedad, sino también los valores universales de sus tesis, al atraer hacia ellas parte de la tradición. Una historia de las *opiniones* [13] sobre el fenómeno del color complementaba el estudio directo de los *fenómenos* del color. Sus tesis se presentaban a la vez como epítome de la tradición y como necesaria revolución de los esquemas científicos vigentes.

2. Las formas cromáticas. Teoría de la opacidad

Para describir las cualidades del color, Goethe, como es sabido, distingue entre tres tipos de manifestaciones: colores fisiológicos, colores físicos y colores químicos. El autor nos explica separadamente estas manifestaciones, pero en términos que también quieren informarnos sobre su interrelación.

La importancia de los colores fisiológicos en el hilo expositivo de la *Farbenlehre* es notabilísima. Precisamente fue Goethe el primero en tratar de forma sistemática el problema del color desde una perspectiva fisiológica y psicológica, una

---

[12] *Hamburger Ausgabe*, XIV, p. 7.

[13] La forma de comprensión histórica en la que se fundamenta la exposición que realiza Goethe no es evolutiva, sino que intuye un curso fluctuante en las posiciones teóricas, próximo a lo que se entendía por oscilaciones orgánicas en la historia. Lo comenta así:

"Las ciencias naturales se han ensanchado de forma admirable, pero, en modo alguno en una progresión sostenida, ni siquiera de forma escalonada, sino en un proceso con subidas y bajadas, con transformaciones hacia adelante y hacia atrás, en línea recta o en espiral. De ello se deduce también que en toda época se creyó estar muy por encima de sus antecesores. Sin embargo, es imposible que anticipemos visiones futuras. Puesto que hemos de conducir a los lectores a través de un jardín laberíntico, a ellos y a nosotros hemos de reservar el placer de alguna vista sorprendente." (*Hamburger Ausgabe*, XIV, p. 58.)

orientación muy peculiar si tenemos en cuenta que, por entonces, el color sólo era objeto de estudio científico por parte de la física matemática. [14]

Los colores son para Goethe, como para los artistas plásticos, la forma de su relación sensible con el mundo, son visión de mundo. [15] Esa condición de los colores como cualidades sensibles le lleva a ocuparse en primer lugar de las peculiaridades del ojo, del órgano visual.

Entiende por colores fisiológicos aquellos que aparecen en la retina, pero que carecen de una manifestación externa real. Esto es, son apariencias cromáticas engendradas por el propio ojo. Pone ejemplos sencillos tales como el efecto que producen dos cuadrados del mismo tamaño, uno blanco sobre fondo negro y otro negro sobre fondo blanco. El cuadrado negro siempre parecerá más pequeño. [16]

Contempla también el fenómeno de la persistencia retiniana, cuando, por ejemplo, vemos una luz, cerramos los ojos y esta impresión permanece aún unos segundos en la retina. O el fenómeno de adaptación del ojo después de este destello, que, al pasar a la sombra la impresión lumínica adquiere paulatinamente una coloración rojiza antes de acoplarse a la oscuridad. La oscuridad es algo que reclama el ojo deslumbrado, que llega a ver el blanco como color púrpura.

Goethe, en cualquier caso, entiende que la vitalidad de la retina es un factor esencial en la determinación cromática, y que siempre propende a la compensación de luces y sombras y a completar la totalidad del espectro cromático.

Por ejemplo, si contemplamos fijamente un objeto amarillo sobre fondo blanco, y luego retiramos lo amarillo, el ojo reacciona con una impresión violácea del objeto que persiste en la retina. Objetos verdes estimulan reacciones en rojo, objetos azules persisten como impresiones anaranjadas. Es decir, la reacción de la retina es la de *reclamar* fisiológicamente el *color auxiliar*, la "gefordete Farbe", lo que hoy denominamos el color complementario de aquél objetivamente contemplado. La traducción del término que utiliza Goethe por "color complementario" [17] no es correcta desde un punto de vista filológico. La noción "couleurs complémentaires", acuñada por newtonianos, fue evitada deliberadamente por nuestro autor, sólo que, habiéndose incorporado ya prácticamente al lenguaje coloquial este concepto también en español, su lectura resulta cómoda, y de fácil comprensión.

Existen también impresiones de sombras o nimbos cuya coloración se debe básicamente a reacciones fisiológicas. Goethe, con diversos ejemplos y experimentos, nos llama la atención sobre esas funciones que explican, en parte, la capacidad gestáltica del órgano visual. Cuando, en el parágrafo 96, hace referencia a los

---

[14] Ya en la *Introducción* del libro hace numerosas referencias a la fundamentación fisiológica de su cromatología, remitiendo a tesis que había desarrollado ya en sus *Contribuciones a la óptica*. Su tesis fundamental dice: "el color es la Naturaleza regida por leyes respecto al sentido de la vista".

[15] Cfr. J. H. Schmidt, 1932, pp. 110 s.

[16] "Un objeto oscuro parece más pequeño que otro claro del mismo tamaño" (§ 16).

[17] Véase R. Matthaei, 1962.

fosfenos, y comenta que basta con hacer presión sobre el ojo para que se produzcan aros luminosos, o incluso destellos, quiere comunicar su convencimiento de que el órgano visual es un microcosmos dotado de una vitalidad lumínica análoga a la de la luz natural.[18] Goethe consideraba, ciertamente, que el ojo era una especie de hijo de la luz, que contenía en sí mismo todo lo que la luz rendía en el mundo. Con ello nos participa dos ideas fundamentales. En primer lugar, que la visión no es un sentido pasivo, sino una disposición activa, constituyente, comunicativa, lo mismo que los ojos que sirven a la visión son el órgano apto para ser el centro expresivo de la totalidad de la persona y de manifestar el interior de ésta. Y, en segundo lugar, considera que es gracias a esa condición, gracias entonces a la señalada correspondencia entre la "luz exterior" y la "luz interior", por la que entra la visión en contacto con las cosas, puesto que "sólo lo afín puede conocer a lo afín".[19]

Recupera así criterios que habían sido marginados por la física causalista en la explicación de las propiedades del color. Ya en la Antigüedad, Platón, Aristóteles, Galeno, lo mismo que Ptolomeo aseguraron que la manifestación del color está condicionada por un intercambio entre la extramisión del objeto cromático y la intromisión del pneuma propio del ojo en un medio activo, el aire o espacio que los separa.[20] En la *Sección histórica* Goethe aprecia que la percepción de los fenómenos cromáticos en la Antigüedad está directamente ligada a la *admiración*.

Pero más cercano se encuentra, desde luego, el magisterio del criticismo kantiano. Kant había explicado que el mundo de nuestra experiencia viene determinado por categorías propias del pensamiento formal del sujeto.[21] Cuando Goethe pone en primer término los colores fisiológicos, se aleja de la explicación del color como elemento objetivo de la luz, para señalar que existen procesos subjetivos que se objetivan como procesos biológicos en la sustancia misma de la visión, y que estos son condición de la manifestación del color.

A los colores fisiológicos añade Goethe otros cromatismos fugaces y mudables, que tampoco califica de falaces. Son los colores físicos. Realmente la división de

---

[18] Véase R. Freyh, 1943, pp. 39-50.

[19] Véase la "Introducción". En las *Cartas y anotaciones sobre pintura de paisaje*, en el memorable capítulo "Disertación sobre el modo correcto de contemplar la pintura", C. G. Carus cita unos significativos versos de Goethe que proceden de la *Farbenlehre*:

"Si en los ojos no hubiera algo del sol,
¿cómo iban los nuestros a mirarlo?
Si en nosotros no urdiera el mismo Dios,
¿cómo lo divino a arrebatarnos?"

[20] Véanse los primeros capítulos del libro de Lindberg, 1976. Asimismo Gavel, 1979, pp. 14 ss.

[21] G. Simmel (1949) plantea la relación entre ambos pensadores en estos términos: "Ambos se colocan igualmente más allá del antagonismo de materialismo y espiritualismo: Kant porque su principio coloca bajo sí equiparadamente y sin antagonismo la materia y el espíritu, por ser, una y otro, meras representaciones; Goethe porque las dos esencias que él toma como absolutas forman, sin embargo, una sola directamente" (p. 274).

los colores en fisiológicos, físicos y químicos en la cromatología de Goethe tiene diversos antecedentes históricos. El más notable es, tal vez, el de Giovanni Rizzetti, citado por Goethe, que distinguía entre colores imaginarios, aparentes y naturales. Ahora bien, frente a tales clasificaciones Goethe defiende los colores fisiológicos y físicos no como apariencias engañosas o cromatismos falaces, sino como parte verdadera e inherente a la verdad del fenómeno del color. El autor define así los colores físicos:

> "Denominados colores físicos a aquellos cuya producción requiere determinados medios materiales, que, sin embargo, pueden ser incoloros y transparentes, translúcidos u opacos. De modo que tales colores son producidos en nuestra retina por determinadas causas exteriores o, si ya existen de un modo u otro fuera del ojo, reflejados en ella. Si bien ya en razón de esta circunstancia les atribuimos una especie de objetividad, en general se caracterizan por el hecho de que son pasajeros y no pueden ser fijados." [22]

Los colores físicos se manifiestan en medios incoloros, habitualmente traslúcidos, y van asociados a fenómenos de dispersión o reflexión de la luz. Frente a las tesis de Newton, Goethe insiste en que la refracción y la reflexión de la luz incolora, esas circunstancias bajo las cuales vemos manifestarse el color, no son *causa* de la manifestación, sino *ocasión* de ésta.

Para Goethe existen diversos colores físicos, que clasifica en *dióptricos*, bien originados en medios turbios, o bien por refracción (*prismáticos*), *catrópticos*, que se deben a la reflexión de la luz, *paróptico*s, que se combinan con las sombras de los cuerpos, *epópticos*, que se forman en superficies incoloras a veces con carácter perdurable, cuando se deben a reacciones químicas, y *entópticos*, que aparecen dentro de determinados cuerpos, como los efectos cromáticos que se observan en el espato de Islandia.

Especial interés tienen los colores dióptricos, originados en medios translúcidos, y los hay de dos clases: los que se forman en medios turbios, y los prismáticos, que obedecen al fenómeno de la refracción. Los primeros se deben, por así decir, a mezclas de luz y oscuridad. Por ejemplo, las tonalidades amarillas, azules o rojizas que adquiere la luz en medios turbios translúcidos o en medios turbios oscuros, y que conocemos en muy diversos fenómenos atmosféricos. [23]

Son éstos, por así decir, colores atmosféricos, a los que Goethe atendía con especial entrega. [24] Advirtamos, por ejemplo, que Goethe fue, si no un poeta-pin-

---

[22] § 136.

[23] El esquema que presenta es muy sencillo: Luces en medios turbios sobre fondo claro son amarillas, luces en medios turbios sobre fondo oscuro son azules.

[24] Ya antes de comenzar sus estudios de cromatología eran los *colores atmosféricos* especial objeto de

tor, sí un poeta aficionado a pintar, especialmente acuarelas y tintas chinas. En sus álbumes encontramos básicamente apuntes de paisajes y estudios atmosféricos, pero nunca imágenes que presten atención al color local. Tengamos también en cuenta que la explicación del color a partir de las oposiciones de luz y sombra, o como límite sombreado de la luz incolora, le es especialmente familiar a Goethe por razones extracientíficas, más allá de sus observaciones y experimentos sobre los colores dióptricos.

Estos son los colores que especifican claramente los valores cromáticos como tensiones entre luces y sombras. Existe una larga y discontinua tradición[25] que se remonta a Aristóteles,[26] y que Goethe retoma releyendo también a Athanasius Kircher y a Lazare Nuguet, que indica que los colores se manifiestan en base a esas tensiones de luz y penumbra. Ésta era la forma en la que Leonardo explicaba igualmente la presencia del color en las cosas.[27] Goethe asume asimismo la tesis de Kepler que afirma que el color es "luz en potencia", y la reinterpreta en el prefacio de la *Farbenlehre* con una formulación que se ha hecho célebre: "Los colores son *actos* de la luz, actos y *sufrimientos*". Por "sufrimientos" entiende los momentos de intervención de la luz como sujeto paciente en la fenomenología del color.

Consideremos, con todo, que también existe una poesía que le llegó muy de cerca a Goethe, como la de Klopstock, o el *Ossián*, que usan con frecuencia de la

---

observación por parte de Goethe. Así lo expresa en *Confesión del autor*: "Pero, no dejé de observar yo lo espléndido de los colores atmosféricos, que permitían advertir de un modo chocante la más acusada gama de la perspectiva aérea, los azules de la lejanía, así como los de las sombras más cercanas. Cuando el cielo estaba de *siroco*, en las purpúreas puestas del sol, podían verse las más bellas sombras de un verde mar, en las que ponía yo atención tanto más grande cuanto que ya, en mi mocedad, cuando hacía mis primeros estudios, al irse acercando el sol a la luz encendida, no podía rehusar mi admiración a aquel fenómeno. (...)" (*Obras completas*, II, p. 1977.)

[25] Los orígenes remotos de la teoría de la visión que ocupa a Goethe, como él mismo insinúa en la Introducción, se sitúan en el hilozoísmo jónico. Sch. Sambursky (1974) ha estudiado espléndidamente las referencias presocráticas y la herencia antigua de las doctrinas goetheanas. Véanse especialmente pp. 177-195.

[26] Véase *Acerca del alma*, 418b. Goethe interpreta con bastante precisión la teoría de Aristóteles en la *Sección histórica*: "Luz es, así pues, el *acto* de lo transparente como transparente. Allí donde se encuentra sólo *potencia*, puede ser incluso la misma tiniebla. Pero, la luz es, por así decir, el color de lo transparente, cuando es de actu transparente, sea por medio del fuego, sea mediante el más elevado y último de los elementos (...)". (*Hamburger Ausgabe*, XIV, p. 22).

[27] Además de todas sus observaciones sobre colores del aire, atmósfera y otras similares, puede leerse en Leonardo por ejemplo: "(...) Más aún: en la superficie de antiguos vidrios encontrados bajo tierra y en las raíces de los rabanillos que permanecieron largo tiempo en el lecho de las fuentes u otras aguas estancadas, que en cada raíz está circundada por arco iris a los del cielo semejantes. Vémoslo aún en el aceite derramado sobre el agua y en la reflexión de los rayos solares sobre la superficie del diamante o del berilo; a través de la faceta del berilo, todo cuerpo oscuro que limite con el aire u otra cosa clara parece circundado por ese arco iris entre el aire y dicho cuerpo oscuro. Y así, en otras tantas circunstancias que no menciono, pues estas bastan a mi discurso". (*Tratado de la pintura*, 287 [W. 19150a].)

antítesis entre luz y tinieblas como metáfora constituyente de su ductus épico. [28] La antítesis simbólica entre luz y tinieblas [29] nos es conocida también a través de muchos poemas del propio Goethe, y hay numerosos ejemplos de esta imagen en el *Fausto*, [30] referida a colores espaciales.

La pintura que asociamos al *Sturm und Drang*, como los lienzos de Füssli o Abilgaard y la pintura ossiánica también hacen uso de efectos lumínicos violentos, luces asépticas en fuerte contraste con la penumbra o con la niebla, y no debemos olvidar que este gusto visionario dejó una fuerte impronta en Goethe.

Goethe explica en diversas ocasiones el color como medio de relación entre la expansión de la luz y, su opuesto, la concentración de la sombra, o como mezclas dinámicas del blanco y el negro. Incluso en los colores dióptricos originados en la refracción de la luz tiene una importancia crucial esta antítesis.

Los colores dióptricos prismáticos ilustran muy bien este principio de la cromatología de Goethe. Uno de los experimentos básicos o preparatorios que propone el autor es el de observar un disco blanco sobre fondo negro a través de lentes con distinta graduación. Cuando utilizamos una lente cóncava el efecto es de reducción de ese círculo. Goethe observa que se forma un contorno amarillo en torno al círculo. En cambio, nos dice, si aplicamos una lente convexa, el círculo aumentará de tamaño y se formará un borde a su alrededor cuya coloración nos dice que es azul. En el primer caso el amarillo se forma por el desplazamiento del negro sobre el blanco, el contorno azul, en cambio, aparece por la superposición del blanco al fondo negro, justo en el desplazamiento inverso de la imagen.

Ya en el parágrafo 18 Goethe definía el blanco como representante de la luz y el negro como lugarteniente de la sombra; considera a ambos como colores atonales. Con el mencionado experimento se generan los dos colores que según Goethe son los elementales o primarios: el amarillo y el azul, la sombra más luminosa y la sombra más oscura, respectivamente.

Goethe observa, además, que, aumentando el grado de desplazamiento de la imagen los limbos amarillo y azul desarrollan una intensificación cromática en su

---

[28] Cfr. F. Trojan, 1930, p. 234.

[29] Este contraste entre los principios de luz y penumbra remite a una larga tradición que el autor tiene muy en cuenta, y a la que hemos de atender para sopesar la peculiar inflexión en la visión de mundo que marca las tesis de Goethe. Nos referimos a la tradición filosófica que presenta la luz como encarnación o símil de la verdad. Este tema es objeto de estudio en un estupendo artículo de H. Blumenberg (1957). Blumenberg nos conduce desde las visiones de Parménides y Platón, a través del gnosticismo y la escolástica, hasta metáforas elementales del "siglo de las luces". En este sentido cabría decir que Goethe retoma, ciertamente, los principios dualistas presentes en la tradición occidental desde la filosofía preática, como es el ejemplo de luz-tiniebla, pero no para hacerlos equivaler a una dualidad similar a ser-no ser, sino señalando la ontogénesis y el ámbito de fundamento de la verdad precisamente en la interacción y en la reciprocidad de tales elementos básicos.

[30] Cfr. R. Matthaei, 1947.

borde exterior: un contorno anaranjado pegado al amarillo y un borde violeta en torno al limbo azul. [31]

Pues bien, este experimento precede al de la refracción "objetiva" del rayo lumínico. Goethe asegura, y con razón, que la refracción no implica necesariamente dispersión de la luz, sino sólo desplazamiento de imágenes, y, eso sí, tales desplazamientos pueden originar colores, cuando las imágenes son limitadas y hay contornos. Advirtamos que los colores se gestan en los bordes de la imagen lumínica desplazada por el prisma.

Su explicación es la siguiente: si hacemos refringir un rayo lumínico mediante un prisma habrá un punto máximo de refracción en un extremo y otro mínimo en el opuesto. Ahí donde el ángulo de refracción es más acusado se produce el violeta y el azul, y en el de menor ángulo de refringencia el anaranjado y el amarillo. El verde surge de la mezcla de los rayos azul y amarillo. Observaremos que Goethe reduce a cinco los colores prismáticos, mientras que el espectro de Newton contaba con siete colores: los indicados por Goethe, más el rojo y el índigo.

Estos colores, según Goethe, no se forman por la mera refracción del rayo de luz; [32] apostilla a Newton [33] que para obtener manifestaciones cromáticas es también necesaria la presencia de la sombra. La refracción mediante prismas implica

---

[31] El seguimiento pormenorizado de los experimentos de Goethe para la comprensión fehaciente de los colores físicos, incluso con los instrumentos originales, fue realizado por Rupprecht Matthaei (1939), con explicaciones adicionales muy sugerentes.

[32] Sobre sus discusiones con los newtonianos en torno a esta tesis central véanse sus comentarios en *Confesión del autor: Obras completas*, II, pp. 1979-1980.

[33] La crítica a Newton, que se desarrolla especialmente en la *Sección polémica*, es patente en todo el tratado. Hay en ella, además de un propósito concreto de profundizar en una alternativa a la física causalista, el seguimiento de una lógica histórica destinada a hacer manifiesta una necesaria crisis de autoridad. Lo que Goethe entiende por *autoridad* queda reflejado en un capítulo de la *Sección histórica*. Allí leemos: "En la medida en que tratamos acerca de la tradición heredada, estamos inmediatamente obligados a hablar de autoridad. Puesto que, justamente mirado, toda autoridad es una forma de tradición". Y añade sobre la formación histórica de lo nuevo a partir de la crítica a la *autoridad* inmediata: "Ninguna palabra pronunciada entonces puede valer ahora, todo lo que era sabio debe ser tenido por estultícia, lo que era benéfico, por perjudicial, lo que durante tanto tiempo se hacía necesario, aparecía ahora como el principal obstáculo.

"Las sucesivas etapas de las ciencias naturales en general o de la teoría del color en concreto denotan de más de una manera la existencia de una fluctuación tal. Veremos cómo al espíritu humano el pasado acumulado le resulta extremadamente fastidioso en una época en la que lo nuevo, lo presente, comienza a su vez a adentrarse violentamente. Cómo desecha las viejas riquezas de compromisos, de instinto y de máximas; cómo considera que puede hacerse con lo que está por descubrir gracias a la simple experiencia; cómo pronto necesita acudir nuevamente a la ayuda del razonamiento, del método, de hipótesis y teoría; cómo de ese modo se cae repetidamente en error, controversia, cambios de opinión, y antes o después, por una supuesta libertad, nuevamente se cae bajo el cetro de hierro de una autoridad importunada." (*Hamburger Ausgabe*, XIV, pp. 56-57).

Desde esta perspectiva histórica, Goethe dinamiza una autoridad *lejana* de la tradición, mientras arremete contra la autoridad *cercana* encarnada en la física de Newton.

un desplazamiento complejo del rayo de luz en la sombra que trae consigo esas superposiciones en los extremos por las que se generan los cuatro colores mencionados en primer lugar, y que, al desplazarse en el espacio, conforman un espectro que, por mezcla, incluye el verde.

El *espectro* cromático que se deriva de la refracción prefiere Goethe denominarlo mediante un sinónimo, el de "fantasma", y es muy significativo que evite el concepto *color espectral*. En el centro de su teoría se alza la idea de que, por naturaleza, el color es fenómeno que se manifiesta en la luz sombreada, que combina luz y opacidad, el convencimiento de que, por tanto, los colores son sombras. De ahí que cobren en sus estudios una importancia mucho mayor los colores físicos que los que llama químicos. Son los colores físicos los que le permiten exponer su tesis —central en el conjunto de su teoría— de que la luz es una sustancia indivisible, simple y homogénea, al contrario de lo demostrado por Newton.

Nuestro autor se esforzará por comprender los fenómenos cromáticos observando la coloración de las sombras en diversas circunstancias, y por extraer de ese conocimiento las constantes universales que permitan su definición formal. En el extremo opuesto a la polémica con el abstraizante Newton encontramos su debate con el newtoniano, pero muy escéptico naturalista, Georg Christoph Lichtenberg, [14] con quien mantuvo conversaciones y correspondencia acerca de estos asuntos desde 1793. Lichtenberg, defensor de un estricto sentido común, veía como desatino científico el tratar de sujetar a valores universales la extraordinaria abundancia de las mutaciones cromáticas en su manifestación empírica. Sólo el acuerdo sobre los valores permanentes del color "en potencia" permite hablar de cualidades irrevocables en consideración a la coloración de las cosas. Pero la curiosidad de Goethe estaba absorbida por las cualidades de los colores en su directa manifestación sensible, sin que ello debiera excluir la distinción de "constantes" en el comportamiento cromático.

Tras los colores físicos, Goethe aborda el estudio de aquellos que no son mudables, al menos considerados "en potencia". Son los que denomina "químicos". Los colores químicos también se derivan del contraste que pueden conocer los dos principios opacos fundamentales, el blanco y el negro, que se corresponden a lo que en la teoría de los colores físicos en términos de transparencia son la luz y la sombra. [15]

---

[14] Véase H. Heissenbüttel, 1982.

[15] Esta hipótesis se remonta también a apreciaciones de Aristóteles, y, de hecho, la cromatología de tradición aristotélica complementa el principio de mezcla de luz y sombra con el de interrelación de blanco y negro. Un ejemplo muy ilustrativo en esta forma de considerar el color es la óptica de François d'Aguilon: véase Th. Lersch, 1981, pp. 201-202. Recordemos lo que plantea el filósofo griego en *Acerca de la sensación*, 439b, que es el fundamento de autoridad de estas apreciaciones: "Hemos de tratar de los demás colores,

Frente a los colores fisiológicos y los físicos, los colores químicos son permamentes, cubren de forma persistente la superficie de las cosas, y se les atribuye una propiedad inmanente. Los tintes incoloros extremos son el blanco y el negro, y, como en los colores físicos, afirma Goethe sobre los químicos: "Aquí también cabe decir que todo blanco que se oscurece se enturbia, se torna amarillo, y todo negro que se aclara se vuelve azul". [36]

Explica que son de carácter químico los colores minerales, y también los que contemplamos como permamentes en los reinos vegetal y animal. Como decimos, sus cualidades se definen en base a una polaridad entre un lado activo o blanco y un lado pasivo o negro. Pero, Goethe añade un segundo principio de polaridad para su definición. Los contrastes químicos son contrastes entre ácidos y álcalis. La coloración activa se asocia a procesos de acidificación y oxidación, mientras que en los tratamientos químicos con álcalis remite la coloración y se hace pasiva.

Esta curiosa tesis se basa en algunas observaciones empíricas precisas y en experimentos aislados. Guarda también concomitancias con teorías científicas de su época, [37] en la que la química orgánica y la inorgánica estaban fundidas, a la vez que primaban las visiones organicistas en el establecimiento de las hipótesis sobre el mundo físico y químico. Pero, indudablemente en la definición de la coloración a partir de reacciones químicas dominadas por bases o por ácidos o asociadas, por ejemplo, a procesos caloríficos, resuena el lejano eco de los quiméricos exámenes del mundo que realizó la alquimia. [38] Por ejemplo, Paracelso pensaba que el origen del color debía ser buscado en un principio ácido, en un elemento sulfuroso que operaría universalmente en la materia. Goethe introduce la imagen de polaridad en la génesis química del color completando con la acción de un componente alcalino la de un elemento ácido, que iniciarían procesos opuestos.

La referencia alquimista de la cromatología goetheana es, con todo, muy débil. No es necesario indicar que conocía bien y respetaba las intuiciones y la obra de Paracelso y que estudió también los esquemas científicos ocultistas del siglo XVI, por ejemplo en Giambattista della Porta. Incluso diríamos que no sería difícil encontrar relaciones entre los principios esenciales de algunos planteamientos de la alquimia y la forma con la que Goethe se aplica a la explicación de las manifestaciones.

Pero, el autor de la *Farbenlehre* está muy alejado de presupuestos ocultistas. De la alquimia le interesa lo que en verdad es: una forma primigenia de la

---

distinguiendo de cuántas maneras pueden producirse. Es posible, en efecto, que se produzcan al colocarse lo blanco y lo negro uno junto a otro, de forma que cada uno de los dos sea invisible, por su escasez, siendo visible el producto de ambos. (...)".

[36] § 502.

[37] Véanse Gode von Aesch (1947), Kapitza (1968) y Kamphausen / Schnelle (1982).

[38] Véase R. D. Gray, 1952.

química. Eso sí, por su carácter ingenuo, esas visiones de mundo le parecen adensar una forma de poesía de la naturaleza, unida además a doctrinas sobre las mutaciones de la materia que tanto atraían su curiosidad. Ahora bien, para un ilustrado como Goethe las especulaciones ocultistas sobre los principios de la naturaleza estaban ligadas a su vez a una magia crédula y se presentaban como insoportable producto de la superstición. De ahí que su juicio en la *Sección histórica* [39] sobre lo que de esa tradición se deriva para la teoría del color sea poco menos que desdeñoso.

El rasgo de la alquimia que permanece en la teoría de Goethe es más vago y más remoto de lo que podría parecer. Sus supuestos, antes bien, enlazan con el pensamiento de la Antigüedad, en el que se señalaban asociaciones entre los colores y los distintos principios elementales de la naturaleza, idea que permanece en numerosos tratados teórico-artísticos, como es el insigne caso de los escritos de Leonardo, lo mismo que del muy leído L. B. Alberti.

Las polaridades que hemos indicado más arriba, que distinguen una coloración activa de otra pasiva, son las que conforman el círculo cromático de Goethe, cuyas características, una vez hecho el recorrido a través de las distintas formas cromáticas, estaríamos en disposición de comprender globalmente.

3. El círculo cromático y los efectos expresivos del color

La *polaridad* y la *intensificación* son los dos conceptos que informan sobre las cualidades del círculo cromático de Goethe, en las que se han centrado repetidas veces los estudios de su teoría del color. [40] El círculo cromático hace las veces de representación simbólica del conjunto de su teoría. Curiosamente, el signo del círculo procede de Newton y de reelaboraciones de su teoría óptica como las de Louis Bertrand Castel, Charles-Antoine Jombert y Moses Harris. [41]

El autor parte de los dos colores primarios que ha descubierto en los diversos experimentos. Del lado activo de la luz nace el amarillo y del lado negativo, por primacía de la oscuridad, nace el azul. Este esquema diádico reitera las correspondientes oposiciones que también hemos recordado entre el blanco y el negro, lo mismo que entre procesos de acidificación y de alcalinización en el seno de la materia. La polaridad elemental en su cromatología, que asimila esos diversos agentes físicos y químicos, se encarna en la oposición amarillo-azul. La polaridad es un esquema de comprensión, pero que sigue una dualidad que la misma naturaleza nos da en muy diversas manifestaciones, que Goethe tiene por constituyentes

[39] Cfr. *Hamburger Ausgabe*, XIV, pp. 76-89.

[40] Véanse R. Matthaei, 1958 y 1968.

[41] Véase Th. Lersch, 1981, pp. 211-217.

—in nuce— de la vida orgánica: atracción y repulsión, electricidad positiva y negativa, polos magnéticos, femenino y masculino, luz y sombra, síncrisis y diacrisis, inspiración y expiración, etc.

El amarillo y el azul conocen, a decir de Goethe, una intensificación, que también es una aspiración propia de todo lo vivo, un principio teleológico. El amarillo se intensifica en el anaranjado, y el azul lo hace en el violeta. Este impulso a la elevación cromática corona en el color púrpura, que Goethe sólo define ocasionalmente como color elemental. A veces presenta el púrpura como superposición del anaranjado y el violeta, otras como "mezcla dinámica" (no pigmentaria, no substancial), es decir, como tinta de fricción del amarillo y el azul. Sería una relación límite de los colores puros. No obstante, por diversos pasajes entendemos que Goethe admite una definición del rojo como tinta pura. [42] Pero, se esfuerza por presentar los colores elementales bajo el signo de la dualidad (polaridad amarillo-azul), y por introducir el factor vital de la intensificación, de la saturación matérica, como aspiración al púrpura, o exaltación propiamente dicha de la coloración. Recoge aquí no sólo sus propias convicciones, sino también la tradición de la Antigüedad, en la que se definieron escalas cromáticas, pero que definía el timbre de la coloración básicamente como enrojecimiento, como un hacerse colorado, y que además tenía al púrpura [43] como el color más valioso, más seductor y más representativo de la visión.

El círculo cromático se completa con el verde, que es mezcla pasiva del amarillo y el azul. El verde aparece en el arco inferior de la circunferencia, cerrando el siguiente esquema morfológico:

púrpura

anaranjado	violeta
amarillo	azul

verde

Con el círculo cromático Goethe regresa sobre el primer móvil que le había llevado al estudio naturalista del color: el de las cualidades expresivas de éste. La morfología del círculo sirve de soporte a una simbología del color. Pone de relieve diversas polaridades sobre las que recaen contenidos genéricos. La tensión entre luz y oscuridad se refleja en la oposición amarillo-violeta. El anaranjado encarna el principio de calor y a él se opone el azul o color frío por excelencia. La relación

[42] Cfr. §§ 704-705.

[43] Véase M. Brusatin, 1987, cap. 2, y Rehfus-Dechêne, 1982, cap. 3.

"vertical" o de intensificación, que es un juego entre constantes de elevación y constantes de profundidad, se plasma en el contraste entre el púrpura y el verde.

La polaridad elemental, el lado activo y el lado pasivo, también muestra una serie de cualidades distintivas: [41]

Lado activo		*Lado pasivo*
AMARILLO		AZUL
efecto		privación
luz	+ [= Asimilación]	sombra
claridad	["Disimilación" =] —	oscuridad
fuerza		debilidad
potencia		suavidad
calor		frío
proximidad		distancia
Gana en energía combinado con el negro.		Pierde en energía combinado con el negro.

Se trata de cualidades genéricas de valor universal para la distinción de los dos arcos fundamentales del círculo. Piensa también en un deleite diverso, o una resonancia distinta en el ánimo, según sean las sensaciones cromáticas percibidas.

Del lado activo encontramos la calificación del amarillo como color alegre y placentero, especialmente agradable cuando tiene un tono rojizo, y, de hecho, se presenta el anaranjado como expresión de máxima energía. El rojo es descrito como color de seria dignidad, incluso de carácter mayestático si es púrpura, siempre asociado a la elevación suprema de la distinción colorada.

Los colores del lado pasivo generan otro tipo de asociaciones semánticas. El azul es color de distante seriedad, pero también expresivo de la inquietud y el anhelo, razón ésta tan exaltada por los románticos. El violeta varía notablemente en su efecto según tienda al rojo o al azul, y puede hacerse poco sufrible, mientras que el verde es color descansado para la retina y expresa una positiva satisfacción.

Explicaciones de este tenor sobre las cualidades de los colores aislados tienen, en principio, poco de novedosas. Se trata de asociaciones semánticas con las que Goethe inicia a la reflexión sobre el código del color como un lenguaje específico, siguiendo un debate que había quedado abierto desde cien años atrás con las ideas de Roger de Piles. Especialmente en la cromatología del s. XVIII se atendía al efecto "natural" de los pigmentos primarios y de sus mezclas sobre el ánimo, aunque unas veces se presentaran las asociaciones emocionales del color como puramente accidentales, ligadas al instinto subjetivo (C. H. Watelet, D. Diderot) y otras veces, sin

[41] Cfr. J. H. Schmidt, 1932, p. 119.

embargo, fueran los hábitos culturales los que explicasen la existencia de tales asociaciones (A. Alison).

Si nos remitimos al *Curso práctico de la pintura* de Mengs, quizá el ensayo que más cerca queda de los estudios de Goethe sobre el lenguaje de los colores, comprobaremos que la lectura que se realiza de las sensaciones cromáticas lo es en términos afectivos. Ahora bien, el mero hecho de que no coincidieran las descripciones que los distintos autores ofrecen, introducía la cuestión de si ese efecto "natural" estaba libre de contingencia, si no estaba sometido al arbitrio de la psicología personal, los valores históricos, las prácticas culturales o a una terminología antojadiza. [45] La posición de Goethe, en este sentido, es claramente la de un esencialista, y al preguntarse por el lenguaje de los colores, busca una fundamentación *natural* a la semántica de éste. Precisamente, algo muy apreciable en el ensayo de Goethe es que, una vez considerados los efectos *propios* de los colores, introduce unas interesantes reflexiones sobre la importancia que tienen las costumbres y las convenciones en los significados que los colores pueden adquirir en diversos contextos culturales.

Frente al simple planteamiento del efecto emotivo del color, algo que aborda Goethe con gran originalidad en relación a las cualidades estéticas del color es el problema de la simpatía y antipatía de los colores. Era este también un asunto debatido en la tratadística desde el Renacimiento, que encontrará una contundente respuesta en la *Farbenlehre*. Distingue a este respecto entre combinaciones armónicas de los colores, combinaciones características y combinaciones no características.

Las *combinaciones armónicas* son aquellas que se dan entre los colores enfrentados en el círculo, los "gefordete Farben" o colores auxiliares (complementarios, desde un punto de vista físico). Desde un punto de vista fenomenológico su combinación determina una totalidad, al encontrarse presente el conjunto de los componentes del círculo. Goethe recuerda una y otra vez sus experimentos fisiológicos, y asegura que tal impulso a la totalidad es congénito a la retina, y que el ojo reclama tales compensaciones cromáticas: rojo-verde, amarillo-violeta, anaranjado y azul.

Las *combinaciones características* se dan entre dos colores del círculo, saltándose uno intermedio. Resaltan una parte del todo y tienen diverso valor expresivo. Muy notable es la consecuencia que extrae Goethe: la combinación "característica" de dos colores puros es un contraste que produce el color intermedio. Aquí se adelanta a la llamada "ley del contraste simultáneo" de Chevreul. En un momento

---

[45] Sobre este problema véase W. Waetzoldt, 1909. Hoy en día la accidentabilidad del efecto anímico del color está corroborada también desde el punto de vista biológico, salvo cuando nos referimos a la llamada "morfología perenne" del color, que era precisamente el objeto final de los estudios de Goethe; a este respecto véase A. Portmann, 1972.

anterior, [46] había distinguido entre *mezcla real* (pigmentaria), y *mezcla aparente*, que es la mezcla óptica: colores en manchas pequeñas aparecen contrastados, y, a cierta distancia, la retina los aprecia mezclados. Es una tesis que, como sabemos, tendrá gran importancia e impacto en la pintura del siglo XIX.

Por fin, las *combinaciones no características* asocian colores que se tocan en el círculo, eliminando las transiciones. Estos contrastes, y en especial el del verde con el azul, son, a decir de Goethe, vulgares, y signo de vileza. Son combinaciones que en modo alguno insinúan la generalidad del espectro, que es precisamente la razón que las hacía tan atractivas para los expresionistas a comienzos de nuestro siglo.

Los efectos estéticos y morales del color [47] que señala se derivan de un efecto sensible que viene determinado fisiológicamente, y, por lo tanto, y es importante señalarlo, es, en esencia, independiente de imposiciones de las convenciones culturales, aunque estas se den igualmente. Es, en cualquier caso, esa base fisiológica la que sustenta la coherencia de las observaciones cromatológicas de Goethe susceptibles de ser útiles en la práctica pictórica. De forma expresa lo dice en *Confesión del autor*: "Pero, habiéndome demorado harto tiempo en estas extrañas regiones, di, finalmente, con el feliz regreso al arte, merced a los colores fisiológicos y al efecto moral y estético de los mismos." [48]

4. La teoría del color y la práctica pictórica

> "Ya que el color ocupa tan destacado lugar entre los fenómenos naturales primarios, llenando con una variedad prodigiosa el círculo sencillo que le está asignado, no ha de causar sorpresa el hecho de que en sus manifestaciones elementales más generales, sin relación alguna con la naturaleza o configuración del cuerpo en cuya superficie lo percibimos, produce sobre el sentido de la vista, al que pertenece, y, por conducto de él, sobre el alma humana individualmente un efecto específico, y en combinación un efecto ya armonioso, ya característico, y muchas veces también no armonioso, pero, siempre definido y significativo, que se vincula estrechamente con la esfera moral. Por lo cual el color, considerado como elemento del arte, puede ser puesto al servicio de los más elevados fines estéticos." [49]

Ch. Baudelaire, con una idea similar, escribirá en 1855 a propósito de la pintura de Delacroix: "Parece que este color (...) piensa por sí mismo, indepen-

---

[46] §§ 551-571.

[47] Véanse F. Trojan (1930), R. Freyh (1943, pp. 79-89), R. Matthaei (1968).

[48] *Obras completas*, II, p. 1982.

[49] § 758.

dientemente de los objetos que viste". [50] No cabe duda de que el conjunto de los estudios de Goethe sobre el color están dirigidos a resaltar su valor sensible, gestáltico y expresivo y, por consiguiente sus réditos estéticos. El desarrollo futuro de la historia del arte estará de su lado en este aspecto. Los colores, como afirma su teoría de la opacidad, son expresiones energéticas de procesos gestálticos en los que se manifiestan la luz y la sombra. Cuando nos introduce a lo que llama el "efecto sensible-moral" del color, está presentando las coloraciones como una especie de teclado de nuestras vivencias psíquicas "sin relación alguna con la naturaleza o configuración del cuerpo en cuya superficie lo percibimos". El rendimiento expresivo y formal del color se hace valer de un lenguaje perfectamente autónomo que, a decir de Goethe, le es propio.

Si, frente al primado de la línea en la representación artística que defendió, entre otros, Winckelmann, el sensualismo de Diderot [51] confirió un valor artístico eminente al colorido como complemento del dibujo en la pintura, Goethe presenta el color como medio estético constituyente, con capacidad formal plena y soberana, gracias a las condiciones fisiológicas universales que ordenan los valores cromáticos. Las reacciones del sentimiento ante las combinaciones cromáticas no son respuestas accidentales, sino que derivan de un juego de efectos y contraefectos del ojo, cuyas relaciones estéticas guardan una lógica necesaria. La coherencia de la notación cromática que nos explica emana de este importante factor. Y la teoría de Goethe, al descansar sobre una base fisiológica, está adelantando mucho sobre la teoría moderna del color.

Advertíamos a propósito de la premonición de la ley del contraste simultáneo que existen concomitancias entre la *Farbenlehre* y las teorías sobre el color del químico Michel Eugène Chevreul. Lo mismo, por otras razones, puede decirse sobre supuestos ecos goetheanos en las tesis sobre los contrastes de colores complementarios de Delacroix, en cuyo *Diario de Marruecos* encontramos el famoso *triángulo* de colores que tanta similitud guarda con el *círculo cromático* de Goethe. Con todo, no conviene extraer tan apresuradamente conclusiones, ya que ni Chevreul, ni Delacroix conocieron la *Farbenlehre*, sino que entroncan en otras tradiciones y proponen cosas distintas. Sí fue lector de este tratado, en cambio, el paisajista W. Turner, aunque en fecha muy tardía, después de que hubiera desarrollado una teoría del color propia. Hacia 1843 realizaría Turner los famosos lienzos cuadrados *Sombra y oscuridad (La tarde del diluvio)* y *Luz y color (La mañana*

---

[50] De la *Exposición universal de 1855*. Baudelaire, 1976, p. 595. *Ibid.*: "D'abord il faut remarquer, et c'est très important, que, vu à une distance trop grande pour analyser ou même comprendre le sujet, un tableau de Delacroix a déjà produit sur l'âme une impression riche, heureuse ou mélancolique. On dirait que cette peinture, comme les sorciers et les magnétiseurs, projette sa pensée à distance. (...)".

[51] En *Ensayos sobre la pintura* (1765-66) leemos: "El dibujo es el que da la forma a los seres; el color es el que les da la vida. He aquí el soplo divino que las anima". [Diderot, 1988, p. 9.]

después del diluvio), una cosmografía pictórica inspirada en la teoría de Goethe, que tanto atrajo su atención.

Pero, la *Farbenlehre* va a tener su verdadera proyección en la fisiología del color que tanto se ha desarrollado en la edad contemporánea, y que antes que al gran Helmholz o a Hering, tiene a Goethe por fundador. Añadamos que el desarrollo y los cambios de los siglos XIX y XX tuvieron lugar de un modo más premeditado que en siglos anteriores, precisamente a causa de la contundencia de las revisiones teóricas de las funciones artísticas, en las cuales, qué duda cabe, es muy significativa la contribución de Goethe. A este respecto, como es sabido, su libro, algo abultado tras los comentarios de Rudolf Steiner por sus intérpretes teosóficos, inspira las teorías artísticas clásicas sobre el color en el siglo XX, que nos trasladan a Itten, Kandinsky, Klee, Bruno Taut, R. Delaunay, y a otros. La lectura moderna de Goethe ha puesto de relieve, sobre todo, a nuestro entender, sus extraordinarios valores pedagógicos para la enseñanza artística.

Dejando ahora a un lado la proyección posterior de su obra, sería bueno ocuparse de un contexto artístico de época en el que ubicar históricamente su teoría. Una vez que ha recorrido el camino de la fisiología y de la física y se introduce a la teoría del color en sus relaciones estéticas, cabe preguntarse, por ejemplo, si Goethe nos está proponiendo un concepto pictórico novedoso, o nuevos valores artísticos.

La respuesta, en principio, sería negativa, pues Goethe tiene en mente, sobre todo, una profundización en valores artísticos dados, y un afán correctivo sobre tendencias que considera erróneas. Pero, este hecho no reduce el interés de Goethe por que su teoría sirva a la práctica pictórica. La *Farbenlehre* estudia los fenómenos cromáticos, repasa las opiniones históricas sobre los problemas cromatológicos y apunta a que sus investigaciones encuentren aplicación en los usos artísticos nuevos. Obviando ahora el importante factor de que su teoría trasciende a momentos muy posteriores de la cultura artística, desde un punto de vista histórico estricto, las reflexiones de Goethe sobre el color se hallan intercaladas entre los gustos del clasicismo severo y del pleno romanticismo.

El siglo XVIII conoció tanto el claroscuro atemperado como el claroscuro "ideal" o purista. [52] En los cuadros de Boucher, Watteau o Tiepolo los valores tonales resultaban de un claroscuro coloreado, que busca una agradable continuidad en el tránsito de las tintas oscuras a las luminosas, de modo que los colores aparecían como momentos de transición de un claroscuro luminoso o de moderado relieve. El lenguaje intelectual del clasicismo severo —con E. Wächter, por ejemplo, entre sus representantes alemanes— reacciona contra tal uso sensualista del color. En el clasicismo dieciochesco, empeñado en una separación entre el componente formal y el cromático o, de otro modo, entre color, luz y oscuridad, el color, ese elemento más ligado, a su parecer, a

---

[52] Sobre la evolución del claroscuro es básico el estudio de E. Strauss "Zu den Anfängen des Helldunkels": Strauss, 1983, pp. 48-62.

lo sensible que a lo mental, se presenta muy amortiguado, y se aislan sobre fondos neutros las reducidas tintas en un claroscuro "ideal", sin dejar lugar a juegos cromáticos netos.

En el fin de siglo el propio clasicismo alemán, a través, por ejemplo, de Gottlieb Schick e incluso de W. Tischbein, se hace consciente de la necesidad de recuperar la dignidad del color y se aplica a contrastes cromáticos claros. Pero, la crítica al academicismo se desatará sobre todo en el 1800: a sus acólitos se les acusa de temer las imágenes abigarradas, y los nuevos pintores hacen valer los efectos coloristas, haciendo ostentación del color local y marcando contrastes nítidos. El desarrollo del arte en el siglo XIX conseguirá disolver en muy distintos intentos el principio del colorido sustentado por el claroscuro, en favor, como es sabido, de un claroscuro sustentado por el color. [53] En Alemania las obras de C. D. Friedrich y Ph. O. Runge ofrecen ejemplos en los que nítidamente se puede apreciar un mayor riesgo en los contrastes, la atención por el color local y timbres cromáticos intensos. Es más, la trayectoria posterior de la pintura en aquella escuela, va a aventurarse aún más en estos propósitos, y nos encontramos, por ejemplo, con un acrecentamiento del valor del color local, de la relación del color con los objetos, en la pintura del Biedermeier.

El libro de Goethe, por supuesto, no trata esta evolución. Sólo considera la pintura coetánea que le es más familiar, y nunca con ejemplos específicos. Aun así, hay aspectos en los que se hace notar que su tratado no es ajeno al desarrollo artístico de las primeras décadas del siglo XIX. En el clasicismo el componente ético del tema se basaba en una abstracción y universalización de todo lo individual y particular que, en un nivel plástico, era sustentado por el *modo*, el *tono* y el rigor compositivo, no por una coloración particular que hiciera referencia a la naturaleza sensible. La pintura posterior, especialmente a partir de la segunda década del siglo, va a cuidar las cualidades individuales de lo representado y los valores formales del color, y, aunque nos pueda remitir a temas más generales, más ideales o más subjetivos, la coloración querrá acusar la naturaleza individual de las cosas, por cuyo territorio pasaría la intencionalidad ética de la representación. En favor de tales requisitos la *Farbenlehre* ofrece argumentos contundentes.

Goethe vino a fundamentar y especificar, entre otras cosas, las posibilidades formales del color. La pregunta es si, a su vez, estaba pensando en una superación del colorido amortiguado de los academicistas, que tanto atrajeron su atención. Su mensaje en este sentido es algo ambiguo. Las combinaciones armónicas de los colores, a las que Goethe dedica diversos comentarios, eran propias del "colorido ideal" neoclasicista, propuesto por A. R. Mengs. Mengs consideraba que un colorido armónico se conseguía por la presencia equilibrada del rojo, el azul y el amarillo en el cuadro, aunque nunca como colores puros, sino, al menos, con el

[53] Sobre estas cuestiones véase L. Dittmann, 1987, pp. 250-270.

empleo de una media tinta. Un ligero claroscuro había de afianzar la figuración y suavizar y hacer reservadas las cualidades pictóricas derivadas de la armonía cromática.

Goethe, que alabará generosamente las doctrinas de Mengs en la *Sección Histórica* del libro, considera que esta tendencia al equilibrio, armonía y totalidad cromática, de darse, ha de ser reducida al mínimo, y verse compensada, como requería Mengs, por una tonalidad distante en el conjunto, para no hacer ostentación del espectro.

Y, aun así, no admite de buen grado esta especie de tipificación ideal de la armonía cromática. Tiene su validez, pero no basta con la combinación dulce y armónica del color y el primado ideal del *stile grazioso*. Goethe, sin proponer "copia" alguna de la realidad, siente la necesidad de ligar el empleo del color a una mímesis naturalista, [54] que atienda al color local, incluso a las "calidades", y que adecúe el tono y el claroscuro al objeto y al tema. Frente a los modos apriorísticos de la doctrina académica preceptiva, Goethe tiene en cuenta el requisito típicamente ilustrado de exponer el conocimiento sensible, y con él la pintura, a las relaciones empíricas y a una experiencia consciente de la naturaleza visual. [55]

Para ello, hace manifiesto el valor de lo que llamaba el "color característico". En el párrafo 887 nos dice: "Esa es la causa de que el colorido de la mayoría de los pintores modernos carezca de carácter, por seguir únicamente su instinto, que sólo puede conducirlos, en fin de cuentas, a la totalidad que alcanza en mayor o menor grado, pero a costa del carácter que podría tener el cuadro."

El *color característico* deriva, claro está, de las combinaciones características. Igualmente es el color que *caracteriza* lo representado [56] o que identifica característicamente el objeto. El color en estos términos garantiza la adecuada relación entre nuestras impresiones y los asuntos y objetos del cuadro en el plano estético. La coloración característica suplantaría al colorido "ideal" que hace referencia al efecto de totalidad espectral. Se da la circunstancia de que el colorido "característico" fue cultivado por Franz Pforr, F. Overbeck y sus compañeros de la Hermandad de San Lucas, [57] esa extemporánea constelación artística de la primera mitad del s. XIX. Es este un factor a considerar. Sus prácticas derivan del estudio de Rafael, Perugino y los primitivos, y apenas tienen un fundamento teórico explícito. Los nazarenos diferenciaron "efectos característicos", que tienen las cualidades de modos estéticos, sólo que siempre en base a la emulación de estilos históricos de los que proceden aquellos.

---

[54] §§ 873 ss.

[55] Un propósito comparable en la obra de Chardin: Max Imdahl, 1988, p. 36.

[56] § 888.

[57] Véase Rehfus-Dechêne, 1982, pp. 108-113.

Si leemos detenidamente la última parte de la *Sección didáctica*, observaremos que con el *color característico*, y su correlato, lo que llama el "tono verdadero", [58] el adecuado a la representación concreta —y que tiende a uno u otro lado del círculo cromático [59]—, Goethe pretende insistir en los valores de la doctrina tradicional de los modos. Pero, entonces ¿hemos de colegir que la teoría de Goethe está completamente al servicio de los valores de la tradición pictórica? ¿Por qué, entonces, su extraordinaria importancia para el empleo del color en generaciones posteriores?

Hay un aspecto fundamental que la historiadora Rehfus-Dechêne ha señalado con agudeza. Goethe vio la posibilidad, en relación a los colores, de llegar a una expresión objetiva a partir de una subjetividad casual. El ojo encuentra un límite en la percepción del color, esto es, unas determinaciones en sus propias disposiciones internas. Al mismo tiempo, en ello se manifiesta su libertad: el hecho de la "producción" de colores fisiológicos, especialmente los colores auxiliares, es para Goethe una "inflexión hacia la libertad", [60] y puede, en consecuencia, contener el efecto sensible y moral del color, puesto que lo meramente subjetivo es excedido en favor de lo objetivo. [61] Los valores artísticos inmanentes del color se quedan huérfanos, según las conclusiones de Goethe, si no se piensa en lo que para ellos deriva de la percepción, si no se contemplan en relación con un receptor. Puesto que, por sí mismos los colores carecen de valores inmanentes propiamente dichos, sus cualidades son definidas *con* el circunstante. El efecto moral del color, a su vez, no sólo está fundamentado en una relación con lo objetivo —como venía señalando la doctrina tradicional, e incluso, aún en época de Goethe, por ejemplo, la interesantísima simbología del color de un Ph. O. Runge [62]—, sino por referencia a un sujeto activo.

Por ello, cuando Goethe nos habla del color característico no sólo piensa en una "adecuación al tema", sino, sobre todo, en la autenticidad expresiva de la

---

[58] §§ 889 s.

[59] §§ 881 ss.

[60] Cfr. § 813.

[61] Cfr. B. Rehfus-Dechêne, 1982, p. 93.

[62] Aunque Runge mantuviera correspondencia con Goethe, y pese a que su descripción de los efectos estéticos de los colores coincidan en buena medida con la de nuestro autor, el componente fisiologista es inapreciable en la cromatología de este pintor-filósofo. No ocurre así con su dimensión psicológica, que es muy enjundiosa, especialmente en lo que se refiere a la distinción —vagamente preformada en Mengs— entre colores transparentes y colores opacos, que refleja la disparidad entre valores "espirituales" y valores "materiales" del color en sus formas de manifestación. Ernst Strauss diferencia las posiciones de Goethe y Runge observando que, mientras para el primero luz y penumbra tienen validez como manifestaciones primarias junto al color que de ellas deriva, en Runge se presentan la luz y la oscuridad como realización última del efecto cromático en términos de transparencia. (Cfr. E. Strauss, 1983, p. 54, nota 18.)

configuración cromática original en relación a un sujeto, y en relación a la verdad de la naturaleza.

Sabemos que tales ideas —con diversas procedencias y matices— arraigaron en el Romanticismo, y que se han reinterpretado y han sido artísticamente provechosas en momentos históricos posteriores. Goethe sí consideraba, ciertamente, que en este sentido había abierto perspectivas nuevas, y guardaba la esperanza de que éstas cristalizaran en una práctica pictórica renovada. Así lo expresa en el parágrafo 900:

> "Han demostrado hasta aquí los pintores miedo y hasta franca aversión a todas las consideraciones teóricas sobre el color y cuanto con él se relaciona, actitud ésta ciertamente comprensible, pues lo que hasta ahora se llamaba teoría carecía de fundamento, era fluctuante y gravitaba hacia la empiria. ¡Ojalá nuestros esfuerzos logren desvanecer, hasta cierto punto, ese temor y estimulen a los artistas a comprobar y ampliar en la práctica los principios expuestos!"

5. Pautas para la comprensión del color

Es evidente que Goethe, en el estudio del color como manifestación natural esperaba hallar conocimiento sobre las posibilidades del color en su aplicación como medio pictórico. Estas posibilidades no se concretan realmente en tesis con un perfil muy concreto. Sí aparecen, en cambio, unas pautas específicas para la valoración y comprensión del color, susceptibles de ser muy fructuosas en la pedagogía y en la práctica artísticas.

El elemento original y determinante en esta teoría del color, como venimos insistiendo, es su fundamentación fisiológica, que conocerá una muy fructífera continuidad a lo largo del s. XIX. Goethe había considerado el color como un fenómeno elemental *para* el sentido de la vista. De la lectura de sus tesis otros autores de la época extraerán algunas consecuencias llamativas. Hegel, por ejemplo, asumió plenamente la doctrina antinewtoniana de Goethe en este ámbito, y asimiló esta nueva cromatología. Y cuando Hegel estudia el color en relación a la práctica pictórica, llega a determinar, frente a los usos del "arte clásico", que "según su ideal sólo da forma esencialmente a lo substancial", [63] "la recreación subjetiva de la exterioridad en el elemento sensible del color", como aquello que distingue el empleo del color en el arte "romántico" (esto es, no-clásico). Se trata de una derivación de los planteamientos de la *Farbenlehre*, pero, curiosamente, nunca fue criticada por Goethe.

Menos respeto mostró Goethe por la lectura que de su obra realizó Schopenhauer. Este filósofo kantiano extremó la preponderancia de las determinantes

---

[63] Hegel, ed. 1970, III, p. 40.

fisiológicas en la percepción de los colores, y aseguró que todas las manifestaciones del color eran subjetivas y estaban subordinadas a las propiedades de los nervios ópticos. Si leemos a Schopenhauer desde la actualidad observaremos que realmente hizo de mediador entre Goethe y las ciencias ópticas modernas, pero, el subjetivismo transcendental estaba fuera del horizonte que había perfilado el autor de la *Farbenlehre*, que no dudó en deplorar la posición de Schopenhauer contradiciendo su originalidad con la advertencia de que "los discípulos enseguida se vuelven maestros".

La tesis de Schopenhauer encontró su desarrollo científico con Hermann Helmholtz. Helmholtz recogió la teoría de Goethe junto a la del físico británico Thomas Young, quien había observado la diversa interferencia de las ondas lumínicas, y distinguió sobre esa base tres colores elementales para la visión. La cromatología fisiológica desarrollada por Helmholtz estudia los procesos fotoquímicos que se dan en las células de la retina, y diferencia en éstas tres tipos de fibras nerviosas sensibles a sendas longitudes de onda que corresponden a tres impresiones cromáticas básicas (rojo, verde, violeta). Nuestras condiciones anatómicas y nerviosas y las leyes que las rigen a propósito de la percepción del color son objeto de estudios científicos muy fundamentados con Helmholtz, E. Hering, y otros investigadores del fin del siglo que introdujeron a la fisiología moderna del color. [64]

Pero, no es necesario acudir a la recepción de la *Farbenlehre* después de la muerte de Goethe para verificar la resonancia con que contaron sus estudios. Bien es cierto que Goethe encontró en vida una lógica resistencia entre los físicos newtonianos, pero también sus tesis fueron asumidas por colaboradores como el ya citado Th. J. Seebeck y H. Meyer, por teóricos de la pintura como Ph. O. Runge y M. Klotz y por imitadores como Johannes Purkinje, cuyas investigaciones sobre el color "desde el punto de vista subjetivo" fueron muy bien acogidas por Goethe. La filosofía poskantiana propició igualmente la buena recepción de la cromatología goetheana. Es importante en este sentido la filosofía de la naturaleza de Schelling, que es una referencia fundamental para Goethe. [65] Hemos aludido también a Schopenhauer y a Hegel. Algunos discípulos de Hegel apoyaron con nuevos estudios la *Farbenlehre*, como fue el caso de Karl Rosenkranz, autor de una *Apología de la Teoría del color de Goethe*, y Leopold von Henning.

El influjo de la *Farbenlehre* en el siglo XIX alcanza a la importante obra del fisiólogo y terapeuta Johannes Peter Müller, [66] a muy diversos filósofos que engarzan en las corrientes vitalistas e igualmente a la psicología fisiológica de Wilhelm Wund y

---

[64] Cfr. E. Berger, 1911.

[65] Véase Wachsmuth, A. B., "Goethe und Schelling", en AA. VV., *Goethe und seine grossen Zeitgenossen*, 1968, pp. 86-114.

[66] Cfr. Cassirer, 1924, pp. 64 s.

sus seguidores. Con estas indicaciones queremos hacer hincapié en el hecho de que el giro fundamental que había introducido Goethe en la cromatología, y el que genera nuevas formas de estudio en esta disciplina, es la determinación fisiologista.

Antes que cualquier otro factor, es la preocupación por estudiar la relación entre formas subjetivas y objetivas de la manifestación del color lo que diferencia radicalmente los estudios de Goethe de los de Newton. Goethe se resistió desde un principio a aceptar la definición newtoniana del color como elemento objetivo o elemento constituyente de la luz. Y en ello, como ha acabado de demostrar la física, se equivocó. Pero, la explicación objetiva, cuantitativa, mensurable del color deja fuera de consideración precisamente lo que era esencial para Goethe: la cualidad específica del color para el órgano visual, la relación viva de la luz y el ojo.

El experimento clásico de Newton, que es la manifestación del espectro cromático por refracción del rayo lumínico, no demostraba, según Goethe, que el color fuera parte objetiva de la luz. Y esto básicamente por dos razones:

Por un lado porque tal derivación aparecía condicionada por el uso de un prisma, circunstancia atípica para los sentidos, de la que no podía colegirse una relación necesaria de causalidad luz-color, esto es, entre los elementos que quedaban a ambos lados del prisma. O, de otro modo: si el objeto de consideración aparece en el experimento como derivado, y no observado directamente, no es comprensible desde un principio, sino sólo en los resultados que muestra el instrumento al circunstante. [67] De ahí que Goethe, cuando utiliza un prisma en sus experimentos, mire *a través de* él, y no se sirva de aparatos de refracción para ensayos asépticos, estrictamente instrumentales, cuyos resultados son susceptibles de ser reducidos a abstractas fórmulas matemáticas. Frente a la física newtoniana, nuestro autor se propuso desde un principio el desarrollo de una física de la experiencia, "absolutamente independiente de las matemáticas". [68] Se refería, claro está, a la matemática moderna, no a la geometría pitagórica y euclidiana, que siempre consideró una forma de iniciación a la filosofía.

---

[67] Véanse las observaciones de Rudolf Steiner en "Goethe als Denker und Forscher", en la Introducción de la *Farbenlehre*, ed. 1988, vol. I, esp. pp. 27 s.

[68] Refiriéndose a los inicios de su polémica contra Newton, comenta Goethe en *Confesión del autor*: "En primer lugar, había yo titulado mi obrita *Contribuciones a la óptica*. Si hubiera yo dicho cromática, habría sido mejor, pues siendo la óptica, en su mayor parte, matemática, nadie podía ni quería comprender cómo podía entremeterse a mangonear en la óptica quien no pretendía dárselas de matemático. En segundo lugar, había yo apuntado, aunque muy a la sordina, tener por deficiente la teoría newtoniana para explicar los fenómenos referidos. Con eso hice que toda la escuela se revolviese contra mí, y ahora admirábanse todos grandemente de que quien no tenía ningún superior dominio de las matemáticas osase contradecir a Newton. Porque parecían no tener ni la idea más remota de que pudiera existir una física en absoluto independiente de las matemáticas. La archiantigua verdad de que el matemático, tan pronto como se lanza al campo de la experiencia, queda expuesto al error como cualquiera, nadie aveníase a darla por buena en aquel caso". (*Obras completas*, II, p. 1982.)

Por otro lado, como él mismo remarca, invalida el experimento clásico de Newton porque el fenómeno del color espectral por efecto de la refracción de la luz se revelaba sólo gracias a una presencia simultánea de la oscuridad. Frente a la derivación monista del color, característica de Newton, Goethe insiste en la confluencia de principios duales en la manifestación del color: luz y oscuridad, blanco-negro, polaridad cromática amarillo-azul.

Pero, ¿qué es lo que le lleva a contestar con un principio dual, e incluso con tesis tendenciosas, las tesis científicas de Newton? No basta con unas nociones de filosofía de la naturaleza. Habría que responder: un concepto distinto de lo que es la ciencia.

Observaremos que, curiosamente, Goethe salvaguarda la autoridad de una tradición que estima sobremanera. Esta se remonta a Aristóteles —a ojos de Goethe un físico sin matemáticas—, quien ya había defendido el carácter sombreado del color y definido el fenómeno cromático según un principio dual: las posibilidades de mezcla a partir del blanco y el negro. Y no nos desviaríamos de la tradición con la que quiere conectar Goethe si, más allá, nos remitiéramos a la explicación de las primeras causas de las cosas en la *materia visible*, como ya lo hacía la filosofía hilozoísta preática.

En segundo lugar, insistimos en que la polaridad luz-penumbra o blanco-negro tiene su correspondencia en otros principios duales que afectan al comportamiento orgánico de la naturaleza: inspiración-expiración, sístole-diástole, expansión lumínica-concentración matérica, etc. Por así decir, la observación del fenómeno (en este caso cromático) necesita de un punto ideal de partida, de una tesis que sea coherente con lo que el pensamiento intuye que es la constante del comportamiento de la substancia. Y la riqueza del mundo sensible está regida, a juicio de Goethe, por relaciones generales de polaridad. Es sabido que a este respecto la teoría de Goethe guarda una estrecha relación con los principios dualistas de la filosofía romántica de la naturaleza, especialmente con el idealismo de Schelling.

Polaridad es un esquema de comprensión, pero la propia naturaleza nos da tales dualidades, y éstas pueden ser visionadas. Ahí aparece una primera correspondencia entre idea y objeto, una comunidad entre sujeto y manifestación. Con todo, no debemos pensar que la propuesta de Goethe es la de una interpretación netamente idealista de los fenómenos cromáticos. Hay, más bien, un corrimiento del sentido de la idea.

En las ciencias naturales la idea es un concepto o fórmula general, el producto último de un proceso experimental que confirma la ley. Para Goethe, en cambio, la idea no es una fórmula final, sino lo primero, lo original y creativo. [69] Posee el sentido del *eidós* griego: imagen, visión, gestalt. [70]

---

[69] Cfr. R. Steiner, *op. cit.*, p. 20.

[70] Cfr. epílogo de C. F. von Weizsäcker, "Einige Begriffe aus Goethes Naturwissenschaft", *Hamburger Ausgabe*, vol. XIII, pp. 543 s. Sobre esto mismo: Cassier, 1924, pp. 67-80.

1 Wilhelm Tischbein: *Goethe en Roma, asomado a la ventana,* 1786-87

2 Wilhelm Tischbein: *Goethe en su habitación en Roma*, 1786-87

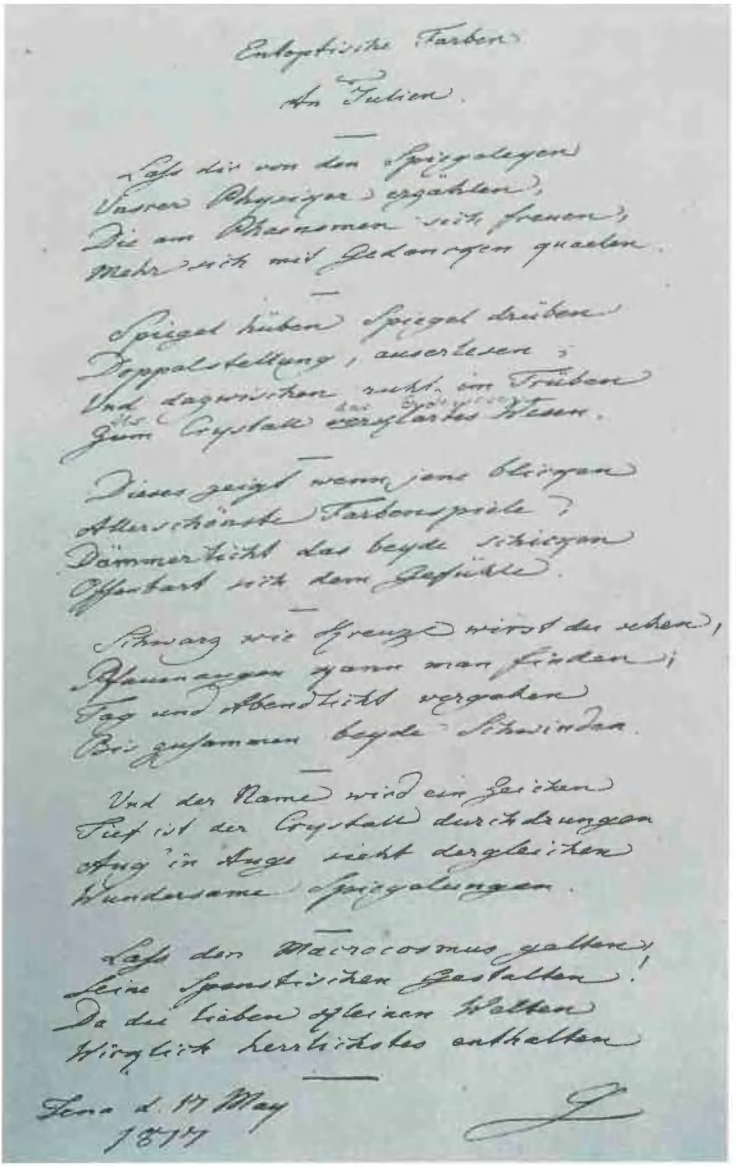
3 J. W. Goethe: *Nube luminosa de noche sobre la casa-jardín de Goethe en Weimar*, 1776-77

4 J. W. Goethe: *Luna naciente sobre el río*, h. 1777

5 J. W. Goethe: *Vista de la bahía de Taormina desde el Etna*, 1787

6 J. W. Goethe: *Ruinas en el Palatino de Roma*, 1787

7 J. W. Goethe: *Erupción del Vesubio*, 1787



Entoptische Farben

An Julien.

—

Laß dir von den Spiegeleyen
Unsrer Physiker erzählen,
Die am Phaenomen sich freuen,
Mehr sich mit Gedancken quaelen.

—

Spiegel hüben Spiegel drüben
Doppelstellung, auserlesen;
Und dazwischen ruht im Trüben
Zum Crystall verklärtes Wesen.

—

Dieses zeigt wenn jene blicken
Allerschönste Farbenspiele;
Dämmerlicht das beyde schicken
Offenbart sich dem Gefühle.

—

Schwarz wie Kreuze wirst du sehen,
Pfauenaugen kann man finden;
Tag und Abendlicht vergehen
Bis zusammen beyde Schwinden.

—

Und der Name wird ein Zeichen
Tief ist der Crystall durchdrungen
Aug' in Auge sieht dergleichen
Wundersame Spiegelungen.

—

Laß den Macrocosmus gelten,
Seine Spanstischen Gestalten!
Da die lieben kleinen Welten
Wirklich herrlichstes enthalten

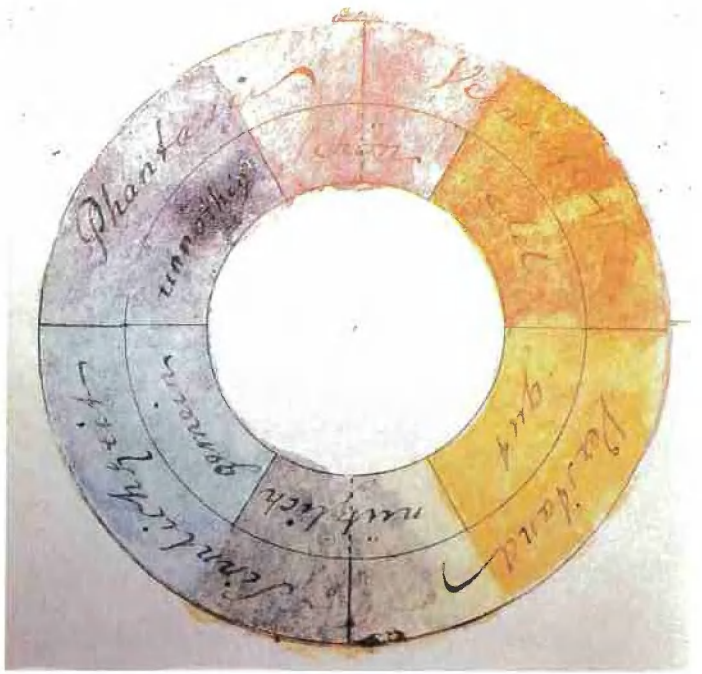
—

Jena d. 17 May
1817

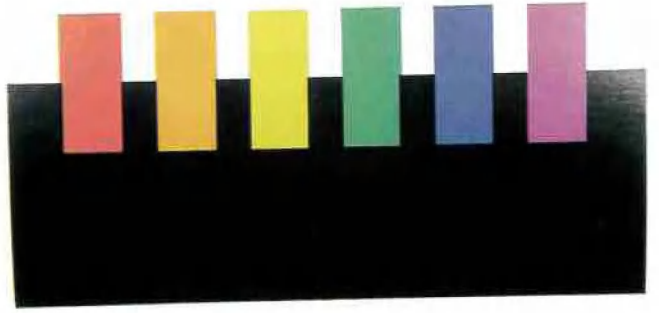
J

8 J. W. Goethe: *Manuscrito de la poesía Colores Entópticos,* 1817

9 J. M. W. Turner: *Luz y color (Teoría de los colores de Goethe). La mañana después del diluvio. Moisés escribiendo el libro del génesis*, h. 1843



10 J. W. Goethe: *Dibujo original del círculo cromático*



11 *Esquema de la Teoría de los colores*

Zur

Farbenlehre.

von Goethe.

HARMONIE

Erſter Band.

Nebſt einem Hefte mit ſechzehn Kupfertafeln.

Tübingen,
in der J. G. Cotta'ſchen Buchhandlung.
1810.

12 *Portada de la Farbenlehre*, 1810

El que la idea sea lo primero significa que la visión acontece en un punto pregnante, [71] en un momento feliz en el que se reconoce la cohesión de las fuerzas formadoras del fenómeno cromático, y se hace comprensible. La idea del fenómeno no aparece como algo derivado, sino en su principio, en el punto culminante de su actualidad, conformando algo así como una realidad ideal.

Antes de proseguir con las diferencias que separan el método goetheano de las ideas de la ciencia causalista añadamos algo sobre lo que le distingue del idealismo romántico. El físico romántico Johann Wilhelm Ritter presentó también una lectura original de las manifestaciones cromáticas en términos de realidad ideal en un momento inmediatamente anterior a la *Farbenlehre* con estas apasionadas observaciones:

> "El más perfecto prisma de la luz es la Tierra. Ella descompone la luz en infinitos colores, ¿qué es, qué son todas las materias, sino colores corpóreos? Combinaciones no son más que mezclas de colores. A quien habitualmente prefiere este o aquel color concreto le corresponde con certeza también este o aquel color corpóreo más que cualquier otro. Teoría de la salud—teoría del color. En la Tierra todo color se hace, inmediatamente, material." [72]

Puede advertirse que, aunque las coincidencias con la forma de comprensión de Goethe son muchas, existe aquí una mayor condescendencia para con Newton, no por atenerse a un universo mecanicista, ni a una ciencia matemática, sino por observar la "idealidad" de las manifestaciones como algo derivado. Ritter, lo mismo que Goethe, eso sí, desbarata el universo de Newton en favor de un saber organicista de los fenómenos cromáticos. Y también para ambos el principio de organización de la "física de la totalidad" que tienen en mente es la visión particular. El irracionalista Ritter escribirá: "Vemos en todas partes nuestra propia luz". [73] Y también: "Sólo el individuo ve, no el género, pues éste y la luz son una

---

[71] Es importante señalar que en el rendimiento "ideal" de la visión tenga preeminencia para Goethe la persistencia de la manifestación particular. El diferencia así sus tesis de las del idealismo filosófico. Por ejemplo, a propósito del conocimiento poético hace ver la discrepancia que le separaba de Schiller con estas aclaraciones: "Es completamente distinto que un poeta busque lo particular para lo general, a que vea lo general en los particular. Del primer modo surge la alegoría, en la que lo particular vale como un ejemplo, como una muestra de lo general; el segundo, sin embargo, es de por sí la naturaleza de la poesía, pronuncia algo particular sin pensar en lo general, o sin llamar la atención sobre ello. Quien trata vivamente esto particular, obtiene al tiempo lo general con ello, sin que se note, o quizá después". (*Hamburger Ausgabe*, XII, p. 471.)

[72] J. W. Ritter, 1810, I, pp. 163s.

[73] *Ibid.*, II, p. 45.

sola cosa". [74] Este pensamiento no deja de ser comparable al punto de vista que la *Farbenlehre* educa frente a la física establecida.

A diferencia de lo que ocurre en las ciencias exactas, la experiencia personal del fenómeno tratado es decisiva para Goethe. Para la ciencia moderna —que tiene su modelo en la física matemática— el experimento del que se coligen los principios reguladores, es importante sólo como tipo, que cualquiera puede repetir mecánicamente. En hechos iguales se manifiestan las mismas leyes, establecidas como leyes causales. En *El ensayo como mediador entre sujeto y objeto* Goethe ya había advertido que el experimento tipificado era un frágil fundamento para la ciencia:

> "Llamamos experimentos a lo que hacemos cuando repetimos las experiencias que alguien hizo antes que nosotros, las que nosotros hacemos o las que hacen otros al tiempo que nosotros, y presentamos así los fenómenos, que resultan casuales, en parte, y en parte artificiosos.
>
> El valor de un experimento radica en que, sea simple o complejo, bajo determinadas condiciones, con la ayuda de un aparato conocido, y con la correspondiente habilidad, este puede ser repetido en cualquier momento, con la misma frecuencia con la que pueda reproducirse la determinada combinación de circunstancias. Admiramos en justicia el entendimiento humano si atendemos a las combinaciones que ha alambicado para sus fines, y más aún cuando observamos las máquinas que han sido inventadas para ello y —añadiríamos— las que cada día se inventan." [75]

Para Goethe, el experimento es importante como suceso personal, como hecho único en el que se revela el conocimiento de relaciones vitales de conjunto. La experiencia sensible es tan importante como la idea que comprehende. Y Goethe se preocupa por atraer al lector hacia experiencias que no son hechos típicos, sino vivencias suyas, inintercambiables, y que han sido plenas. Si regresamos al papel que desempeña el instrumento de medición, registro o demostración en el experimento científico al uso, advertiremos que para Goethe se da un extrañamiento del hombre en tal forma de ensayo. La visión está desintegrada, hay una separación entre lo que es el procedimiento objetivo y lo que afecta al proceso subjetivo de la experiencia. Y nuestro autor insiste en que tanto en la ciencia como en el arte es el hombre, y no el aparato de laboratorio, el que debe percibir de forma fiable el mundo: "No conocemos ningún modo sino en relación al hombre; no queremos ningún arte que no sea imagen de esta relación", [76] asegura Goethe.

---

[74] *Ibid.*, I, p. 175.

[75] *Hamburger Ausgabe*, XIII, p. 14.

[76] *Máximas*, 725. En *Hamburger Ausgabe*, XII, p. 467.

Por lo tanto, en la relación que nos propone los sentidos no actúan como puro registro pasivo, sino que observan y, al tiempo, conforman el conocimiento. Atienden al orden vital de la realidad del color, pero no necesariamente para corroborar la validez de leyes abstractas, sino ocupándose de esa realidad por sí misma, en su puro acontecer. El amor a la visualidad es síntoma del deseo de saber, decía Aristóteles. [77] A lo que se aspira, en efecto, es al conocimiento visual, y Goethe invita a la ciencia a comprometerse en el acto de *mirar*. El autor de la *Farbenlehre* invierte el sentido de la experiencia en relación al experimento científico. Una de sus máximas dice:

> "¿Qué es lo universal?
> El hecho concreto.
> ¿Qué es lo singular?
> Millones de hechos." [78]

Lo importante, pues, es lo universal que aparece a los sentidos en el hecho concreto. Coinciden el sentimiento y la forma, la sensibilidad y la idea. Una de las frases más conocidas de Goethe, y que aparece en la introducción de la *Farbenlehre*, es: "Vemos aquello que pensamos".

Goethe nos propone un mirar reflexivo del color, un mirar en el que se piensa lo universal del sentido de la manifestación cromática. Y, por lo tanto, nos habla de una visualidad plena de contenido. De ahí que Goethe nos esté hablando de las cualidades gestálticas del color. Gestalt significa, en su acepción estética, expresión sensible de la idea.

La *gestalt* es, por así decir, una forma suprema de manifestación de lo que existe, pero, ante todo, es un principio de organización de lo real que *se presiente* que existe. La morfología comparada de Goethe afirma que la *gestalt* no responde a una ley abstracta, sino a un modelo real que el espíritu puede captar en la manifestación visible. Hace las veces de término de cohesión que señala la unidad de lo real en las manifestaciones diversas. La *gestalt* permite, en consecuencia, la comparación entre manifestaciones afines, y el observador se compromete a relacionar, a apreciar el parecido y la afinidad entre las cosas para educar ese mirar reflexivo, ese mirar una relación universal o "de conjunto" en el hecho concreto. El problema radica en que las *relaciones* que establezca dispongan de un fundamento objetivo. En *El ensayo como mediador entre objeto y sujeto* encontramos interesantes observaciones:

---

[77] *Metafísica*, 980 a.

[78] *Hamburger Ausgabe*, XII, p. 433.

"Antes dije que entiendo que es perjudicial el empleo *inmediato* de un experimento como demostración de cualquier hipótesis, y he dado a entender con ello que considero útil un empleo *mediato* del mismo, y, como todo radica en este punto, será necesario explicarse con mayor claridad.

En la naturaleza viva nada se da que no esté en relación con el todo, y si las experiencias nos *parecen* aisladas, si hemos de considerar los experimentos como hechos aislados, no se deriva de ello que no lo *sean*. La pregunta es la siguiente: ¿cómo encontrar la relación de estos fenómenos, de estos sucesos?" [79]

Lo mismo que cada elemento ha de verse en relación con el todo, en la cosmología de Goethe está excluida la diferenciación entre el ser y el aparecer. "Natura no tiene ni cogollo, ni corteza, ni tal. Es toda de una pieza, amigo mío", [80] nos dice. A la pregunta de cómo aprehender la relación de conjunto en lo que se manifiesta aisladamente, sólo cabe responder que mediante el distinguir y el relacionar, para que en una serie de hechos que, en principio, se presentan desmembrados a los sentidos pueda ser reconocida una sola ley de la naturaleza. La atención se orienta hacia la unidad de lo real en la continuidad de hechos. En este punto la posición de Goethe apenas se diferencia de las operaciones habituales en el conocimiento científico inductivo, salvo en un aspecto: la propiedad de juicio.

"Por muy apreciable que pueda ser un experimento observado aisladamente, sólo adquiere su valor por medio de la relación e identificación con otros. Ahora bien, para identificar y relacionar dos experimentos que tienen un parecido sí se requiere más rigor y cuidado del que se han exigido a sí mismos observadores agudos. Pueden estar emparentados dos fenómenos entre sí, pero probablemente no tanto como creemos. Dos experimentos, por otro lado, pueden parecer disociados entre sí, si entre ambos hubiera de haber aún una larga serie de ensayos, para ponerlos ciertamente en relación natural.

Por ello, uno no puede guardarse lo bastante de colegir de los experimentos apresuradamente: puesto que la transición de la experiencia al juicio, del conocimiento al uso, es, por así decir, como la travesía de un desfiladero en el que todos los enemigos interiores acecharan al hombre: fantasía, impaciencia, precipitación, autosatisfacción, inflexibilidad, formas del pensamiento, opiniones preformadas, comodidad, ligereza, inconstancia, y comoquiera que se llamen todos los de esa banda y sus secuaces, todos ellos preparan la emboscada y vencen al menor descuido tanto al activo hombre de mundo, como también al sosegado observador que parecía estar preservado de todas las pasiones". [81]

---

[79] *Hamburger Ausgabe*, XIII, p. 17.

[80] *Obras completas*, I, p. 1167.

[81] *Hamburger Ausgabe*, XIII, pp. 14 s.

Sirva esta larga cita para cerciorarnos de que el aspecto primordial en el acto de conocimiento es para Goethe la adecuación absoluta entre la experiencia y el juicio, que sería decir entre percepción material y disposición mental. El humanismo había denominado el desarrollo de esta aptitud "virtud visoria". El parentesco entre los fenómenos se observa por relación, [82] pero ésta no basta y está sometida al peligro de una falsa asociación. [83] La relación decisiva es la de una feliz cohesión entre percepción y juicio, allí donde la idea no contradiga la *materialidad* del fenómeno. [84] Es la forma de imaginación de la cosa lo que debe cuidarse: "Los sentidos no engañan, el juicio engaña", [85] dice la fórmula epicureísta de Goethe.

Cuando nos habla del "empleo mediato de un experimento" está planteando la necesidad de formación de la visión adecuada para la comprensión del objeto de estudio. Es ésta lo que llama el *aperçu*, el golpe de vista no prejuiciado que ha sabido emparentar los hechos, apreciar la afinidad y percibir la cohesión del fenómeno: "Todo verdadero *aperçu* procede de una sucesión." [86]

El *aperçu* nos remite a aquel momento de comprensión del hecho del color en un punto pregnante, como la experiencia de 1790 que fue la ocasión primordial de la teoría de Goethe, como comentábamos al principio. En la *Sección histórica* Goethe atribuye *aperçu* a las teorías de algunos de los autores que más estima, como es el caso de Galileo y Lazare Nuguet, lo mismo que hablaba de *admiración* para la disposición de los antiguos al conocimiento. *Aperçu* es golpe de vista *que comprende*, visión mediada por un "concepto primero" que se corresponde con la naturaleza real de la cosa.

¿Cuál es, de todos modos, el sentido de la diversificación de los experimentos, si es que todo radica en la validez de un "concepto primero"? Se trata precisamente de que el juicio sepa discernir una hipótesis general, exenta de arbitrariedad, a partir de los distintos experimentos, que sirva a la adecuada experiencia de todos ellos. Goethe lo plantea así ya en *El ensayo como mediador de objeto y sujeto*:

---

[82] "Un fenómeno, un experimento, no puede demostrar nada, es un eslabón en una gran cadena, que sólo es válido en la conexión del conjunto." (*Máximas*, 501. *Hamburger Ausgabe*, XII, p. 434.)

[83] "Para advertir de tal peligro, que es mayor y más habitual de lo que se piensa, quisiera exponer aquí una especie de paradoja que sirva para estimular una más vivaz atención. A saber: me atrevo a sostener que un experimento, e incluso varios experimentos interrelacionados no demuestran nada, que nada hay más peligroso que querer demostrar por medio de experimentos cualesquiera proposiciones, y que los mayores errores se produjeron precisamente porque no se reconoció el riesgo y la insuficiencia de este método. (...)" (*Hamburger Ausgabe*, XIII, p. 15.)

[84] Cassirer interpreta que se trata de una "cohesión de lo visual en sí mismo", por oposición a la transformación de los contenidos empíricos en valores cuantitativos y numéricos. Goethe —escribe Cassirer, 1924, p. 75— "exige que los elementos sean observados sintéticamente en conjunto, mientras que en las ciencias exactas la síntesis no concierne a los elementos mismos, sino a los representantes conceptuales y numéricos que se ponen en su lugar".

[85] *Máximas*, 295. *Hamburger Ausgabe*, XII, p. 406.

[86] *Máximas*, 365. *Hamburger Ausgabe*, XII, p. 414.

"En las dos primeras partes de mis *Contribuciones a la óptica* he intentado presentar una serie tal de experimentos, que limitan en primer lugar unos con otros y se tocan de forma inmediata, de modo que, cuando se conocen bien y se los ve en conjunto, conforman, por así decir, un único experimento, representan tan sólo una experiencia entre las diversas visiones.

Una experiencia tal, que surge de otras varias, es evidentemente una *de grado más elevado*. Presenta la fórmula bajo la cual se expresan innumerables ejemplos aislados." [87]

Ese "único experimento", que son todos *y cada uno* de los ensayos, no equivaldría a una parte aislada de nuestro conocimiento, sino que saldría —como hace la *Farbenlehre*— al encuentro de una fórmula universal según la cual el color "quiere" ser visto. *La* experiencia por la que "lo afín conoce lo afín", como nos apuntaba en otro lugar, se articula como participación de los sentidos en la idea. Es, por tanto, un proyecto *necesario* de la subjetividad, y no un análisis instrumental de lo empírico.

En realidad Goethe plantea tales pautas de comprensión del color como alternativa a las fórmulas de la física instrumental que *reducen* la naturaleza de éste. La *hipótesis de conjunto* que es fundamento de esa visualidad exaltada que hemos tratado de caracterizar en el método de Goethe se articula —como comprobará el lector de la *Farbenlehre*— como hipótesis muy general que denota una renuncia a la posibilidad de objetivación discursiva de la naturaleza.

Goethe estimaba que el color era el "camaleón primigenio", una naturaleza cambiante e irreductible. Su interés, que aumentó con los años, por los que denominó "colores entópticos", como los que observa en el espato de Islandia, se debe a la complejidad no cuantificable de sus manifestaciones. Se trata de imágenes coloreadas múltiples y cambiantes producidas por doble refracción y polarización de la luz, cuya comprensión exige tanto agudeza visual cuanto plena fiabilidad de los sentidos. En el poema *Colores entópticos* leemos:

"Un espejo, otro espejo,
un doble bastidor;
y en lo turbio, con toda
claridad, la visión.

Muéstranos este unos
cromáticos juegos;
en la penumbra, al sentido
se revelan los misterios." [88]

---

[87] *Hamburger Ausgabe*, XIII, p. 18.

[88] *Obras completas*, I, p. 1166.

Los colores entópticos son signo típico de que el mundo percibido no es sino un cúmulo de percepciones metamorfoseadas. Su "misterio" se revela en el respeto a la autoperatividad del juego de esas manifestaciones. Su "comprensión" se da mediante un juego parejo dado en las relaciones creadas por el entendimiento para la observación, mediante la formación de aquello que Miguel Ángel había denominado el "juicio del ojo". Y es la imaginación lo que, para Goethe, permite expresar como idea lo irreductible que el sujeto ve, la disposición intelectual que coexiste correctamente con lo que ve: "El hombre sólo se deleita en una cosa en la medida en que la imagina". [89]

6. La cultura de la visión

Desde este punto de vista nos resultará mucho más clara la relación entre los estudios cromatológicos de Goethe de carácter naturalista, y la curiosidad artística que mueve tales estudios.

Desde luego que en un experimento científico matemático no se revela una totalidad de sentido a la visión, sino que comprueba una ley. La autofinalidad de la manifestación visible sería, en buena medida, responsabilidad de una disposición del sujeto que podemos identificar como una disposición artística. En la *Sección Histórica* escribe Goethe:

> "Puesto que en el saber, lo mismo que en la reflexión, no puede ser configurada una totalidad, porque a aquél le falta lo interno, a ésta lo externo, hemos de pensar necesariamente la ciencia como arte, si esperamos de ella alguna forma de totalidad." [90]

La experiencia del color necesita, según Goethe, de esa forma de totalidad que es una comunión de sensación e idea, de lo externo y lo interno. Esto se traduce en una mirada atenta que entiende que la observación científica de la naturaleza del color ha de acontecer como si la manifestación fuera una obra de arte.

> "Tan pronto como observemos un objeto en relación a sí mismo y en relación a otros, sin que, de forma inmediata, lo apetezcamos ni lo aborrezcamos, podremos, con sosegada deferencia, formarnos un concepto bastante claro de él, de sus partes, de sus relaciones. Cuanto más prolonguemos esas observaciones, cuanto más liguemos los objetos entre sí, más ejercitaremos esa facultad contemplativa que hay en nosotros." [91]

---

[89] *Hamburger Ausgabe*, XIII, p. 15.

[90] *Hamburger Ausgabe*, XIV, p. 41.

[91] *Hamburger Ausgabe*, XIII, p. 11.

Goethe más que una doctrina sobre el fenómeno del color quería ganar una visión de la naturaleza, y una cultura de la observación cromática. Y esto es lo que nos participa, incluso en términos didácticos, junto a la idea de que el mundo del color no es un mundo derivado, ni externo, sino elemento susceptible de sustentar para nosotros el sentido global de las cosas. Dice Goethe en una poesía titulada *Epirrema*:

"Al contemplar la Natura
nò perdáis de vista
ni el conjunto ni el detalle,
que en su vastedad magnífica
nada está dentro ni fuera;
y por tanta maravilla
anverso y reverso son
de ella una cosa misma.
De este modo, ciertamente,
aprenderéis en seguida
este sagrado secreto
que miles voces publican." [92]

"Miles de voces", dice. Pero, ¿quiénes son los sujetos de esas voces? Goethe se refiere a la tradición del concepto de teoría, del *bios theoretikos* de Aristóteles, que significa "vida dedicada a la contemplación reflexiva (pensante)". Goethe nos hablaba del "ojo pensante" como condición de la experiencia real del color. El antiguo concepto de teoría quiere decir contemplación del cosmos como autofinalidad, como orden divino. Y la teoría tendría necesariamente carácter constitutivo para el saber científico, como si fuera el substrato mítico que lo sustenta, la contemplación más próxima a la razón propia del fenómeno. "Se ha olvidado que la ciencia se desarrolló a partir de la poesía." [93]

Ya en la introducción a la *Farbenlehre* decía Goethe: "Puede decirse que con cada mirada atenta al mundo teorizamos". [94]

El testimonio de la cromatología de Goethe puede resumirse en esa mirada atenta a la manifestación por sí misma, que es, a la vez, exaltación de la visualidad.

En *Las afinidades electivas*, transcrito al Diario de Otilia, escribió: "Creo que soñamos para no dejar nunca de ver". [95] Consideremos lo que nos dice: *soñamos*.

JAVIER ARNALDO

---

[92] *Obras completas*, I, p. 1159.

[93] *Hamburger Ausgabe*, XIII, 107.

[94] *Hamburger Ausgabe*, XIII, 317.

[95] "Podemos figurarnos lo que queramos, pero siempre nos imaginamos viendo. Pienso que el hombre sueña para no dejar nunca de ver. Pudiera suceder también que la luz interior irradiase algún día en nosotros, de suerte que no hubiésemos menester ninguna otra." (*Obras completas*, II, p. 839.)

ORIENTACIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. GOETHE, *FARBENLEHRE*: FUENTES

Beiträge zur Optik. Erstes Stück, Weimar, 1791.

Beiträge zur Optik. Zweites Stück, Weimar, 1792.

Von den farbigen Schatten [manuscrito de 1792].

Der Versuch als Vermittler von Objekt und Subjekt [manuscrito de 1793].

Einige allgemeine chromatische Sätze [manuscrito de 1793].

Versuch, die Elemente der Farbenlehre zu entdecken [manuscrito de 1794].

Erfahrung und Wissenschaft [manuscrito de 1798].

Zur Farbenlehre [*Didaktischer Teil: Entwurf einer Farbenlehre*], Tubinga, 1808.

* *Zur Farbenlehre* [*Didaktischer Teil; Polemischer Teil; Historischer Teil; Statt des versprochenen supplementaren Teils; Tafelheft*], Tubinga, 1810. 2 vols.

Geschichte der entoptischen Farben (Brief Seebecks an Goethe), en *Zur Naturwissenschaft überhaupt I*, Stuttgart y Tubinga, 1817.

Über den Doppelspat, en *Zur Naturwissenschaft überhaupt I*, Stuttgart y Tubinga, 1817.

Entoptische Farben, en *Zur Naturwissenschaft überhaupt III*, Stuttgart y Tubinga, 1820.

Tabellarische Übersicht der Farbenlehre, en *Zur Naturwissenschaft überhaupt IV*, Stuttgart y Tubinga, 1822.

Elemente der entoptischen Farben (1817), *Zur Naturwissenschaft überhaupt III*, Stuttgart y Tubinga, 1820.

Goethes naturwissenschaftliche Correspondenz, ed. F. Th. Bratranek, Leipzig, 1874.

Philipp Otto Runges Briefwechsel mit Goethe, ed. H. F. v. Maltzahn, Weimar, Schr. G. Ges., 1940.

2. GOETHE: EDICIONES

Goethes Sämtliche Schriften, Viena, Geistinger, 1812. [Vols. 20-23: *Farbenlehre*.]

Vollständige Ausgabe letzler Hand, Stuttgart y Tubinga, Cotta, 1827-1830 [vols. 1-40], seguido de *Goethes nachgelassene Werke*, ed. de J. P. Eckermann y F. W. Riemer, 1832-1842 [vols. 41-60]; *Farbenlehre* en vols. 52-55 (1833-34) y vols. 59-60 (1842).

Goethes Werke [= "Weimarer Ausgabe"/ "Sophien-Ausgabe"], ed. por encargo de la duquesa Sofía de Sajonia, Weimar, 1887-1919. 133 vols. en 4 secciones. [Sección 2, en 13 vols.: *Naturwissenschaftliche Schriften.*]

Goethes Sämtliche Werke [= "Jubiläums-Ausgabe"], ed. de E. v. d. Hellen en 40 vols., Stuttgart y Berlín, Cotta, 1902-1912. [Vols. 39-40: *Schriften zur Naturwissenschaft.*]

Goethes Farbenlehre, ed. H. Wohlbold, Jena, Diederichs, 1928.

Goethe, Die Schriften zur Naturwissenschaft [= "LeopoldinaAusgabe"], ed. de la Deutsche Akademie der Naturforscher zu Halle y de Dorothea Kuhn desde 1957, Halle, 1947—, [en 11 vols., con una II sección (incompleta) de comentarios y apéndice proyectada en 11 vols.].

Goethes Farbenlehre. Vollständige Ausgabe der theoretischen Schriften, Tubinga, Wissenschaftliche Buchgemeinschaft, 1953; con un prólogo de H. Wohlbold.

Conversaciones con Eckermann [Eckermann, J. P., *Conversaciones con Goethe*, trad. de J. Bofill y Ferro, Barcelona, Iberia, 1956, 2 vols.].

Corpus der Goethezeichnungen, ed. de las Nationalen Forschungs-und Gedenkstätten der klassischen deutschen Literatur in Weimar, Leipzig, 1958-1973, 7 vols.

Obras completas, ed. y trad. de R. Cansinos Assens, Madrid, Aguilar, 1963, 3 vols.

Goethes naturwissenschaftliche Schriften, ed. R. Steiner, Dornach, Rudolf Steiner, 1975, 5 vols.

Farbenlehre, ed. G. Ott y H. Proskauer / introducciones de R. Steiner, Stuttgart, Freies Geistesleben, 1979, 5 vols.

Goethes Werke [= "Hamburger Ausgabe", 1953], Munich, Beck, 1981. 14 vols. [Vol. XII: *Schriften zur Kunst. Schriften zu Literaturtheorien und Reflexionen*. Vols. XIII y XIV: *Naturwissenschaftliche Schriften I y II.*]

3. Ensayos específicos

AA.VV., *Goethe und seine grossen Zeitgenossen*, Munich, Beck, 1968.

AA.VV., *Der Farbenkreis. Beiträge zu einer goetheanischen Farbenlehre*, Dornach, Goethe-Farbenstudio, 1978.

Berger, E., "Goethes Farbenlehre und die modernen Theorien", *Die Kunst*, XXIII, 1911, pp. 133-141.

Bjerke, A., *Neue Beiträge zu Goethes Farbenlehre*, Stuttgart, Freies Geistesleben, 1963.

Böhm, H., *Goethe. Grundzüge seines Lebens und Werkes*, Berlín, de Gruyter, 1938, 1950 (4).

Burwick, F., *The damnation of Newton: Goethe's color theory and Romantic perception*, Berlín/N. York, de Gruyter, 1986.

Conrady, K. O., *Goethe. Leben und Werk*, Königstein / Ts., Athenäum, 1982, 1985, 2 vols.

Croce, B., *Goethe*, Mendoza, D'Accurzio / Soc. Goetheana Argentina, 1951 y 1956, 2 vols.

Dyck, M., "Goethes Verhältnis zur Mathematik", *Goethe, Jahrbuch der Goethe-Gesellschaft*, N. F., 23, 1961, pp. 49-71.

Einem, H. von, *Beiträge zu Goethes Kunstauffassung*, Hamburgo, 1956.

Fiedler, Kurt, "Das Schwarz-Weiss-Problem", en *Licht und Farbe*, ed. F. Krueger y A. Kirschmann, Munich, Beck, 1926, pp. 343-400.

Freyh, R., *Die ästhetische Funktion der Farbe in Goethes Farbenlehre*, Marburgo, [Tesis Doc.], 1943.

Gerlach, W., "Aufgabe und Wert der Naturwissenschaft im Urteil Goethes", *Goethe. Jahrbuch der Goethe-Gesellschaft*, N. F., 18, 1956, pp. 1-25.

Gray, R. D., *Goethe, the alchemist. A study of alchemical symbolism in Goethe's literary and scientific works*, Cambridge, Cambridge U. P., 1952.

Gulyga, A., "Goethe als Ästhetiker und Kunsttheoretiker", *Goethe. Jahrbuch der Goethe-Gesellschaft*, 96, 1979, pp. 111-127.

Hecht, W., *Goethe als Zeichner*, Munich, C. H. Beck, 1982.

Heissenbüttel, H., "Farbige Schatten. Goethe gelesen mit Hilfe von Lichtenberg", *Text + Kritik*, n.° extraordinario, 1982, pp. 258 ss.
Hetzer, Theodor, *Goethe und die bildende Kunst*, Leipzig, Volk und Buch, 1948.
Kayser, W., "Goethes Auffassung von der Bedeutung der Kunst", *Goethe. Jahrbuch der Goethe-Gesellschaft*, 16, 1954, pp. 14-35.
Kuhn, D., "Goethes Geschichte der Farbenlehre als Werk und Form", *Deutsche Vierteljahresschrift für Literaturwissenschaft*, 34, 1960, pp. 356-377.
———,"Zu Goethes Theorie der Künste. Mit einem unveröffentlichen Schema Goethes", *Goethe. Jahbuch der Goethe-Gesellschaft*, 23, 1961, pp. 31-48.
Lambrecht, W., "Die Goethesche und die Newtonsche Farbenlehre im Lichte der Erkenntnistheorie", *Zeitschrift für Philosophische Forschung*, 12, 1958, pp. 579-595.
Lersch, Th., "Farbenlehre", *Reallexikon der Deutschen Kunstgeschichte*, redac. O. Schmitt, vol. VII, Munich, C. H. Beck, 1981, pp. 157-274.
Lipps, H., "Goethes Farbenlehre", *Die Wirklichkeit des Menschen*, Francfort d. M., Klostermann, 1954, pp. 108-124.
Loiseau, H., *Goethe. L'homme, l'écrivain, le penseur*, París, Aubier, 1943.
Ludwig, E., *Goethe. Historia de un hombre*, Barcelona, Juventud, 1965.
Magnus, R., *Goethe als Naturforscher*, Leipzig, J. A. Barth, 1906.
Malsch, W., "Farbenlehre", *Historisches Wörterbuch der Philosophie*, vol. II, pp. 910-911.
Matthaei, R., *Die Farbenlehre im Goethe-Nationalmuseum. Führer durch die neue Darbietung der Farbenlehre im Museum und das nachgelassene Gerät im Goethes Wohnhaus*, Jena, Gustav Fischer, 1939.
———, "Die Farbenlehre im Faust", *Jahrbuch der Goethe-Gesellschaft*, 10, 1947.
———, *Zur Morphologie des Goetheschen Farbenkreises*, Colonia / Graz, Böhlau, 1958.
———, *Goethes Farbenkreis*, Erlangen, Erlanger Universitätsreden N. F., 1968.
Menzer, P., "Goethe-Moritz-Kant", *Goethe. Jahbuch der Goethegesellschaft*, 7, 1942, pp. 169-198.
——— *Goethes Ästhetik*, Colonia, Kölner Universität, 1957.
Ostwald, W., *Goethe, Schopenhauer und die Farbenlehre*, Leipzig, Unesma, 1918.
Ott, G., *Goethe, Eckermann und die farbigen Schatten*, Dornach, Goethe-Farbenstudio, 1977.
———, *Goethes Farbenkreis als Wahrbild der Wirksamkeit des Farbigen in der Natur*, Dornach, Goethe-Farbenstudio, 1978.
Petersen, P., *Goethe und Aristoteles*, Berlín / Hamburgo, Reimer, 1919.
Proskauer, H. O., *Zum Studium von Goethes Farbenlehre*, Basilea, Zbinden, 1979.
Robson-Scott, W. D., *The younger Goethe and the visual arts*, Cambridge, Cambridge U. P., 1981.
Rouge, J., "Goethe et l'*Essai sur la peinture* de Diderot", *Études Germaniques*, IV, 1949, pp. 227-236.
Sambursky, S., "Licht und Farbe in den physikalischen Wissenschaften und in Goethes Lehre", en Portmann, A. / Ritsema, R. (eds.), *The realms of colour*, Leide, E. J. Brill, 1974, pp. 177-214.
Sarauw, Ch., *Goethes Augen*, Copenhague [*Det Kgl. danske videnskabernes selskab, Hist.-filol. meddelelser*, II, 3, pp. 1-208], 1919.
Schlechta, K., *Goethe in seinem Verhältnis zu Aristoteles*, Francfort / M., Klostermann, 1938.
Schmidt, A., *Goethes herrlich leuchtende Natur*, Munich, Hanser, 1984.
Schmidt, G., *Schicksal einer Goetheschrift. Druckgeschichtliche Funde zur Farbenlehre*, Halle, Kaiserliche Leopold.-Carolin. Dt. Akademie der Naturforscher, 1937.
Schmidt, J. H., "Zur Farbenlehre Goethes", *Zeitschrift für Kunstgeschichte*, I, 1932, pp. 109-124.
Schmidt, P., "Goethes Farbensymbolik", *Phil. Studien und Quellen*, 26, 1965.
Steiger, E., *Goethe*, Zurich y Friburgo, Atlantis, 1957-1959, 3 vols.
Stelzer, O., *Goethe und die bildende Kunst*, Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1949.
Tietz, M., *Begriff und Stilformen der "Steigerung" bei Goethe*, Maguncia, [Tesis Doc.], 1961/63.
Trojan, F., "Zur Psychologie der Farben bei Goethe", *Zeitschrift für Ästhetik und allgemeine Kunstwissenschaft*, 24, 1930, pp. 232-238.
Viëtor, K., *Goethe. Dichtung - Wissenschaft - Weltbild*, Berna, Francke, 1949.

Wachsmuth, A.B., *Natur und Idee*, Weimar, Aufträge des Vorstands der Goethe-Gesellschaft in Weimar (ed. H. Holtzhauer), 1966.
Wilkinson, E. M., "Goethe's Conception of Form", *Proceedings of the British Academy*, 37, 1953, pp. 175-197.
Wolf, K. L., "Goethe und die Naturwissenschaft", *Goethe. Jahrbuch der Goethe-Gesellschaft*, N. F., 29, 1967, pp. 289-293.

4. BIBLIOGRAFÍAS

Bauer y Landauer, I., *Goethe (Ensayo biobibliográfico)*, Madrid, Blass, 1932.
Pyritz, H., *Goethe-Bibliographie*, Heidelberg, C. Winter, 1965 (vol. I), 1968 (II).
Richter, M., *Das Schriftum über Goethes Farbenlehre mit besonderer Berücksichtigung der naturwissenschaftlichen Probleme*, Berlín, Pfau, 1938.
Schmidt, G., *Goethe und die Naturwissenschaften. Eine Bibliographie*, Halle, Kaiserliche Leopold.-Carolin. Dt. Akademie der Naturforscher, 1940.

5. LITERATURA AUXILIAR

AA.VV., *Kunst und Wissenschaft*, ed. P. Feyerabend y Ch. Thomas, Zurich, ETH, 1984.
Arnaldo, J., *Estilo y naturaleza. La obra de arte en el romanticismo alemán*, Madrid, Visor Dis., 1990.
Berlin, B. / Kay, P., *Basic color terms, their universality and evolution*, Berkeley / Los Ángeles, University of California, 1969.
Blumenberg, H., "Licht als Metapher der Wahrheit. Im Vorfeld der philosophischen Begriffsbildung", *Studium generale*, 10, 1957, pp. 432-447.
Brusatin, M., *Historia de los colores* (1983), Barcelona, Paidós, 1987.
Cassirer, E., *Idee und Gestalt*, Berlín, B. Cassirer, 1924. [Darmstadt, WBG, 1981.]
Croce, B., *Goethe*, Mendoza, D'Accurzio / Sociedad Goetheana Argentina, 1951 y 1956. 2 vols.
Dilthey, W., *Das Erlebnis und die Dichtung*, Leipzig, 1906 / Gotinga, Vandenhoeck & Ruprecht, 1985 (16).
Dittmann, L., *Farbgestaltung und Farbtheorie der abendländischen Malerei*, Darmstadt, WBG, 1987.
Evans, R.M., *An introduction to color*, N. York, J. Wiley, 1948.
Gavel, J.: *Colour. A study of its position in the art theory of the Quattro & Cinquecento*, Estocolmo, Acta Univ. Stockholmiensis - Stockholm Studies in the History of Art (32), 1979.
Gode von Aesch, A., *El Romanticismo alemán y las ciencias naturales*, Buenos Aires, Espasa, 1947.
Hecht, W., *Goethe als Zeichner*, Leipzig, Seemann / Munich, Beck, 1982.
Heisenberg, W., *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft*, Leipzig / Stuttgart / Zurich, Hirzel, 1947 (7).
Helmholtz, H., *Wissenschaftliche Abhandlungen*, Leipzig, Barth, 1882-95. 3 vols.
———, *Vorträge und Reden*, Braunschweig, View & Sohn, 1896 (4).
Imdahl, Max, *Farbe. Kunsttheoretische Refexionen in Frankreich*, Munich, Fink, 1987.
Kamphausen, G. / Schnelle, Th., *Die Romantik als naturwissenschaftliche Bewegung*, Bielefeld, B. K., 1982.
Kapitza, P., *Die Frühromantische Theorie der Mischung. Über den Zusammenhang von romantischer Dichtungstheorie und zeitgenösischer Chemie*, Munich, Hueber, 1968.
Kayser, W., *Kunst und Spiel. Fünf Goethe-Studien*, Gotinga, Vandenhoeck & Ruprecht, 1961.
Krüger, F. / Kirschmann, A. (eds.), *Licht und Farbe*, Munich, Beck, 1926.

Küppers, H., *Fundamentos de la teoría de los colores*, Barcelona, G. Gili, 1977.
———, *Atlas de los colores*, Barcelona, Blume, 1979.
Lindberg, D. C., *Theory of vision from Al-Kindi to Kepler*, Chicago, Univ. of Chicago P., 1976.
Matthaei, R., "Complementare Farben. Zur Geschichte und Kritik eines Begriffs", *Neue Hefte zur Morphologie*, 4, 1962, pp. 67-99.
Mortier, R., *Diderot en Allemagne, 1750-1850*, París, PUF, 1954.
Ortega y Gasset, J., *Goethe. Dilthey* (1958), Madrid, Alianza / Rev. de Occ., 1983.
Pawlik, J., *Theorie der Farbe. Eine Einführung in begriffliche Gebiete der ästhetischen Farbenlehre*, Colonia, DuMont, 1974.
Portmann, A., "Farbensinn und Bedeutung der Farben in biologischer Sicht", en *The realms of colour*, Leide, E. J. Brill, 1974, pp. 465-491.
Rehfus-Dechêne, B., *Farbengestaltung und Farbenlehre in der deutschen Malerei um 1800*, Munich, Deutscher Kunstverlag, 1982.
Sacristán, M., *Lecturas. Panfletos y materiales, IV*, Barcelona, Icaria, 1985.
Sanín Cano, B., *El humanismo y el progreso del hombre*, Buenos Aires, Losada, 1955.
Simmel, G., *Goethe. Seguido del estudio: Kant y Goethe, para una historia de la concepción moderna del mundo* (Leipzig, 1913/1917), Buenos Aires, Nova, 1949.
Waetzoldt, W., "Das theoretische und praktische Problem der Farbenbenennung", *Zeitschrift für Ästhetik und allgemeine Kunstwissenschaft*, IV, 1909, pp. 349-399.

6. Otras fuentes de especial interés

Amelung, H. (ed.), *Goethe als Persönlichkeit. Berichte und Briefe von Zeitgenossen*, Munich, Georg Müller, 1914-1925, 3 vols.
Aristóteles, *Acerca del alma*, ed. T. Calvo Martínez, Madrid, Gredos, 1978.
———, "Acerca de la sensación y de lo sensible", en *Acerca de la generación y la corrupción. Tratados breves de Historia Natural*, ed. E. La Croce / A. Bernabé, Madrid, Gredos, 1987, pp. 183 ss.
Baudelaire, Ch., *Oeuvres complètes*, ed. Cl. Pichois, París, Gallimard, 1975-, vol. II (1976).
Briefe an Goethe, ed. Mandelkow (= "Hamburger Ausgabe"), 2 vols., Munich, Beck, 1965 y 1969.
Briefe an Goethe. Gesamtausgabe in Regestform, ed. de K.-H. Hahn y I. Schmid, Weimar, 1980.
Carus, C.G., *Briefe und Aufsätze über Landschaftsmalerei*, ed. G. Heider, Weimar, Kiepenheuer, 1982.
Delacroix, E., *Viaje a Marruecos y Andalucía, 1832*, introducción de A. Joubin, Barcelona, Olañeta, 1984.
Diderot, D., "Ensayos sobre la pintura" (1766), en *Pensamientos sueltos sobre la pintura*, trad. M. Planes, Madrid, Tecnos, 1988.
Hegel, G.W.F., "Das sinnliche Material der Malerei" y ss. apartados, en *Vorlesungen über die Ästhetik* III, *Werke in zwanzig Bänden*, Francfort/M., Suhrkamp, 1970. Vol. 15, pp. 26-130.
Helmholtz, H., *Handbuch der physiologischen Optik*, Hamburgo, Voss, 1886-87 (2).
Itten, J., *Mein Vorkurs am Bauhaus. Gestaltungs- und Formenlehre*, Ravensburg, O. Maier, 1963.
———, *Kunst der Farbe: subjektives Erleben und objektives Erkennen als Wege zur Kunst*, Ravensburg, Maier, 1972. Con un prólogo de Anneliese Itten.
Kandinsky, W., *De lo espiritual en el arte* (1910), Barcelona, Labor, 1991.
Klotz, M., *Gründliche Farbenlehre*, Munich, 1816.
Leonardo da Vinci, *Tratado de la pintura*, Madrid, ed. de Ángel González, Editora Nacional, 1980.
Lichtenberg, G. Ch., *Lichtenbergs Briefe*, ed. de A. Leitzmann y C. Schüddekopf, Leipzig, Dieterich, 1904. Vol. II.
Mengs, A. R., *Obras*, ed. J. Nicolás de Azara, Madrid, Impr. Real, 1780.
———, *Tratado de la belleza*, intr. de M. Águeda, Murcia, C. O. A. / Yerba, 1988.

Müller, J., *Über die phantastischen Gesichtserscheinungen*, Coblenza, 1826.
Newton, I., *Óptica o Tratado de las reflexiones, refracciones, inflexiones y colores de la luz* (1730), ed. C. Solís, Madrid, Alfaguara, 1977.
Ostwald, W., *Farbnormen und Farbharmonien*, Leipzig, Unesma, 1920.
Piles, R. de, *Premiers Elements de la peinture pratique*, París, 1684. [Ed. de Ch.-A. Jombert: 1767.]
Purkinje, J., *Beiträge zur Kenntnis des Sehens in subjektiver Hinsicht*, Praga, Calve, 1819.
———, *Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne*, Berlín, Reimer, 1825.
Ritter, J. W., *Fragmente aus dem Nachlasse eines jungen Physikers. Ein Taschenbuch für Freunde der Natur*, Heidelberg, Mohr u. Zimmer, 1810, 2 vols.
Runge, Ph. O., *Hinterlassene Schriften*, ed. D. Runge, Hamburgo, Perthes, 1840-41. 2 vols. [*Esfera de los colores* (1810), traducida en *Fragmentos para una teoría romántica del arte*, ed. J. Arnaldo, Madrid, Tecnos, 1987, pp. 147-161.]
———, *Briefwechsel mit Goethe*, ed. de H. Fr. v. Maltzahn, Weimar, [Schriften der Goethe Gesellschaft, 51], 1940.
Schopenhauer, A., "Über das Sehen und die Farben", en *Sämtliche Werke*, ed. H. Mockrauer, Munich, 1923, vol. 6.
Sulzer, J. G., *Allgemeine Theorie der Schönen Künste*, Leipzig, 1771-74, 2 vols.
Teofrasto, *Sobre las sensaciones*, ed. J. Solana, Barcelona, Anthropos, 1989.
Volkelt, J., "Die Farben und die Seele", *Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik*, 79, 1881.

7. España

Brachfeld, O., "Goethe en Espagne: une interview rétrospective de M. Ortega y Gasset", *Revue de Littérature comparée*, 1, 1932.
García Morente, M., "Goethe en el mundo hispánico", *Revista de Occidente*, 106, 1932.
Pageard, R., *Goethe en España*, Madrid, CSIC, 1958.
Rukser, U., "Goethe in der hispanischen Welt", *Jahrbuch der Goethegesellschaft*, N. F., 17, 1955.
———, *Goethe in der hispanischen Welt*, Stuttgart, J. B. Metzler, 1958.

TEORÍA DE LOS COLORES

PARTE DIDÁCTICA

PREFACIO

¿No corresponde, al iniciar el estudio de los colores, hablar ante todo de la luz? He aquí una pregunta lógica, a la que nos limitamos, sin embargo, a dar esta respuesta breve y sincera: toda vez que ya se ha dicho tanto acerca de la luz, parece improcedente repetir lo dicho o tantas veces ya repetido.

Pues en definitiva tratamos en vano de expresar la esencia de una cosa. Percibimos efectos, sí, y una historia completa de estos efectos comprendería a lo mejor la esencia de dicha cosa. En vano nos esforzamos por describir el carácter de un hombre; mas si juntamos sus actos y acciones, surgirá de ellos una imagen del carácter.

Los colores son actos de la luz; actos y sufrimientos. En este sentido cabe esperar que nos ilustren sobre la naturaleza de la misma. Si bien los colores y la luz guardan entre sí relaciones exactísimas, tanto aquéllos como ésta pertenecen en un todo a la Naturaleza; pues a través de ellos la Naturaleza quiere manifestarse particularmente al sentido de la vista.

Toda la Naturaleza se revela asimismo a otro sentido. Cuando se cierran los ojos y se aguza el oído, desde el más leve hálito hasta el ruido más ensordecedor, desde el sonido más simple hasta la armonía suprema, desde el grito más frenético y apasionado hasta la más queda palabra de la razón sólo habla la Naturaleza revelando su existencia, su fuerza, su vida y sus situaciones, de modo que el ciego, al que está vedado lo inefablemente visible, puede sin embargo captar a través de lo oíble un vida inefable.

Así habla la Naturaleza también a otros sentidos, conocidos, mal entendidos o desconocidos; así habla ella consigo misma y a nosotros a través de mil fenómenos. Para el hombre atento no está muerta ni muda en parte alguna; hasta el rígido cuerpo de la Tierra ha agregado un confidente, un metal, en cuyas más ínfimas partículas hemos de percibir lo que ocurre en la masa entera.

Por más que este lenguaje se nos antoje a menudo oscuro e incomprensible, sus elementos son siempre los mismos. En delicado movimiento de péndulo oscila la Naturaleza dando lugar a un aquí y un allá, un arriba y un abajo, un antes y un después, que determinan todos los fenómenos que se manifiestan en el espacio y en el tiempo.

Percibimos estos movimientos y determinaciones generales del modo más diverso, ya como simple atracción y repulsión, ya como una luz que se enciende y se apaga, como movimiento del aire, conmoción del cuerpo, acidificación y desacidificación; mas siempre como algo que une o separa, pone en movimiento la existencia y promueve alguna modalidad de vida.

Al antojársele desigual el efecto de ese movimiento de péndulo, de ese peso y contrapeso, el hombre trató de expresar también esta relación. En todas partes, comprobó y denominó un más y un menos, un ejercer acción y un resistir, un hacer y un sufrir, un avanzar y un retroceder, un elemento violento y otro moderador, un elemento masculino y otro femenino; y así nació un lenguaje, un simbolismo susceptible de ser aplicado a casos parecidos como metáfora, como término afín, como palabra inmediatamente adecuada.

Aplicar esta terminología universal, este lenguaje natural, también a la teoría de los colores; enriquecer y ampliar este lenguaje con la teoría de los colores, la diversidad de sus fenómenos, y facilitar así la difusión de conceptos superiores entre los amigos de la Naturaleza, he aquí la finalidad primordial de la presente obra.

La exposición misma se divide en tres partes. En la primera se esboza una teoría de los colores clasificando la plétora de fenómenos bajo determinados fenómenos capitales, que se consignan en un orden cuya justificación queda a cargo de la introducción. Es de notar que si bien nos hemos atenido en todas partes a la experiencia tomándola como base de la exposición, no hemos podido dejar de exponer el concepto teórico que ha determinado esta disposición y orden.

Pues es muy gracioso el postulado que a veces se formula, pero que no cumplen ni aquellos que lo formulan, o sea que las experiencias han de exponerse sin ninguna relación teórica y que debe dejarse que el lector, el discípulo, se forme por sí solo una opinión. El sólo mirar no lleva a ninguna parte. Todo mirar se transforma en considerar, todo considerar en meditar, todo meditar en relacionar, así que cabe decir que a poco que se mire con atención se está en plena actividad teorizante. Mas hacerlo con conciencia, conocimiento de sí mismo, libertad y, para servirnos de una palabra atrevida, con ironía, he aquí lo que se requiere si la abstracción temida ha de ser inofensiva y el resultado empírido esperado, palpitante y provechoso.

En la segunda parte nos ocupamos de dilucidar la teoría de Newton, que hasta ahora había impedido por la fuerza y por su simple gravitación todo concepto libre de los fenómenos cromáticos. Repudiamos una hipótesis que, pese a que ya no es

considerada servible, sigue disfrutando entre los hombres de un prestigio tradicional. Es preciso hacer resaltar su verdadera condición y acabar con los inveterados errores, si la teoría de los colores no ha de quedar en zaga, como hasta ahora, a muchas otras disciplinas mejor estudiadas de las ciencias naturales.

Como la segunda parte de nuestra obra tal vez parezca árida en cuanto a su contenido y demasiado vehemente y apasionada en su exposición, séanos permitido consignar aquí una alegoría jocosa, con el fin de preparar esa materia más seria y disculpar tan bien que mal ese tratamiento vehemente.

Comparamos la teoría de los colores de Newton con un vetusto castillo fuerte que, levantado por el constructor con precipitación juvenil, tuvo que ser ampliado y reacondicionado gradualmente por él de acuerdo con las necesidades de la época y las circunstancias, a la vez que fortificado cada vez más para hacer frente a los enemigos.

Así procedieron también sus descendientes y herederos. El aumento de las necesidades propias, así como las luchas y múltiples contingencias planteaban la necesidad de ampliar aquí y allá el edificio.

Todas estas partes y dependencias posteriores debían a su vez puestas en comunicación entre sí mediante singulares galerías, salas y pasadizos. Reparábanse inmediatamente todos los deterioros que causara el enemigo o la acción del tiempo. Cavábanse fosos más profundos, aumentábase la altura de los muros y prodigábanse los torreones, los miradores y las troneras. Estos cuidados y esfuerzos generaron y perpetuaron un falso concepto del valor defensivo del castillo, a pesar de que con el andar del tiempo el arte de construcción y de fortificación había evolucionado grandemente y en otras partes se había aprendido a construir viviendas y fortalezas mucho mejores. Mas la razón principal de que se tuviera tan elevado concepto del vetusto castillo era el hecho de que nunca había sido conquistado; había repelido más de un asalto y desbaratado no pocos asedios revelándose inexpugnable. Esta reputación se ha prolongado hasta el presente. A nadie le llama la atención que el castillo se ha tornado inhabitable; sigue ponderándose su solidez incomparable y su magnífica instalación, la gente va allí en peregrinación y en todas las escuelas se exhiben láminas que lo reproducen y se invita a la juventud sugestible a hacerlo objeto de su veneración, y eso que el edificio está desocupado, custodiado tan sólo por algunos inválidos que creen de veras defender una posición inexpugnable.

No es, pues, cuestión, aquí, de un asedio prolongado ni de un asalto de desenlace dudoso. Esa supuesta octava maravilla del mundo se nos presenta como una ruina desolada y a punto de desmoronarse, y procedemos sin demora a desmantelar su techo, para que el sol penetre por fin en esa vieja guarida de ratas y de lechuzas y revele al caminante asombrado la construcción laberíntica, la estrechez mezquina, la improvisación absurda, la artificiosidad deliberada y el reacondicionamiento torpe. Mas tal revelación sólo es posible si cae muro tras muro y bóveda tras bóveda y los escombros son removidos con la mayor premura.

Hacer esto y nivelar, en lo posible, el solar, así como disponer los materiales de demolición en forma que puedan ser utilizados de nuevo para la construcción de un nuevo edificio, tal es el arduo deber que nos hemos impuesto en la segunda parte. Ahora bien, si logramos, en un máximo despliegue de fuerza y habilidad, desmantelar esa Bastilla y conseguir un solar, no nos proponemos en absoluto levantar en él en seguida un nuevo edificio, sino que pensamos utilizarlo para presentar un hermoso desfile de abigarradas figuras.

La parte tercera estará consagrada, pues, a investigaciones históricas y trabajos preliminares. Si más arriba hemos señalado que la historia del hombre representaba al hombre, aquí cabe afirmar asimismo que la historia de la ciencia es la ciencia misma. No se puede tener conciencia cabal de lo que se tiene hasta que no se sepa dilucidar lo que otros han tenido antes de nosotros. No puede celebrar verdadera y sinceramente las cualidades de su tiempo quien no sepa ponderar las cualidades del pasado. Mas escribir o siquiera preparar una historia de la teoría de los colores era imposible mientras subsistiera la doctrina newtoniana. Pues ninguna soberbia aristocrática ha despreciado jamás con una altanería tan insoportable a los que no pertenecían a su clase como la escuela newtoniana ha vilipendiado en todo tiempo a cuanto se había hecho antes y se hacía al lado de ella. Con fastidio y enojo se ve a Pristley, en su *Historia de la Óptica,* y a no pocos hombres anteriores y posteriores a él datar la ventura del mundo de los colores de la época de una luz presuntamente descompuesta y despreciar altivamente a los que recorrían serenos el buen camino legándonos observaciones y nociones individuales que nosotros no podemos hacer ni elaborar mejor.

Puede pedirse con todo derecho de quien quiera exponer la historia de alguna disciplina del saber que nos informe cómo se ha llegado paulatinamente a conocer los fenómenos, qué se ha fantaseado, creído, opinado y pensado sobre ellos. Exponer todo esto en un conjunto orgánico es una empresa en verdad ardua, y escribir una historia comporta siempre graves riesgos. Pues por más que uno se proponga atenerse a la verdad de los hechos, corre peligro de faltar a ella; más aún, el que se aboca a tal exposición da a entender de antemano que pondrá de relieve esto y relegará aquello a segundo plano.

No obstante, hace tiempo que venimos considerando tal tarea. Mas como en general el propósito está como un todo en nuestra mente, pero la realización tiene lugar por partes, nos resignamos a suministrar, no la historia, sino materiales para la misma. Consisten ellos en traducciones, extractos, juicios propios y ajenos, insinuaciones y alusiones, en una recopilación que, si no llena todas las exigencias, tiene al menos el mérito de haber sido llevada a cabo con seriedad y cariño. Por lo demás, tales materiales serán tal vez tanto más gratos al lector que piensa, cuanto que por sí mismo puede formar en base a ellos un todo a su manera.

Mas con dicha tercera parte histórica no basta. Hemos agregado pues una cuarta, suplementaria, que contiene la revisión, motivo principal de que los párra-

fos hayan sido numerados. Pues como que en la redacción de tal trabajo se corre peligro de omitir algunas cosas y se plantea la necesidad de suprimir otras para no distraer la atención, habiendo por otra parte cosas de que uno se entera recién posteriormente y otras que requieren definición y corrección, son inevitables las adiciones y las rectificaciones. En esta ocasión hemos agregado también las citas. Por lo demás, este tomo contiene también algunos estudios individuales, por ejemplo sobre los colores atmosféricos, los cuales, tratados de un modo dispero en el curso de la exposición, aquí se estudian juntos y en un todo.

Si este estudio conduce al lector a la naturaleza libre, otro trata de promover el saber abstracto describiendo minuciosamente el material que en lo sucesivo será necesario para la teoría de los colores.

Así como una buena pieza de teatro no puede ser puesta por escrito, totalmente, sino apenas en una mitad, quedando la mayor parte de ella librada al grado de desarrollo del arte escénico, a la personalidad de los actores, al poder de su voz, la peculiaridad de sus movimientos y aún la espiritualidad y la buena disposición del público, éste es naturalmente en un grado aun mayor el caso con un libro que trata de fenómenos naturales. Para disfrutar y sacar provecho de él, el lector debe tener presente a la Naturaleza, ya realmente o en viva imaginación. Pues en rigor el autor debiera hablar, en vez de escribir, e ilustrar ante todo a su público sobre los fenómenos, en parte tal como pueden ser representados con arreglo a la finalidad y el propósito perseguidos, mediante dispositivos; entonces, toda dilucidación, explicación e interpretación surtiría un efecto real y palpitante.

Un sucedáneo de todo punto inadecuado son las láminas que suelen agregarse a tales escritos. Un libre fenómeno físico no puede ser aprisionado entre líneas y sugerido por una sección. A nadie se le ocurre explicar los experimentos químicos por medio de figuras; esto es sin embargo práctica corriente respecto a los experimentos físicos, muy afines a aquéllos, porque es un método que da alguno que otro resultado. Mas muchas veces esas figuras no constituyen sino conceptos; son recursos simbólicos, modalidades jeroglíficas de transmisión, que poco a poco sustituyen al fenómeno, a la Naturaleza, e impiden el verdadero conocimiento, en vez de promoverlo. Nosotros tampoco hemos podido prescindir de las láminas; mas hemos tratado de hacer que puedan utilizarse sin temor para fines didácticos y polémicos; más aún, que puedan figurar hasta cierto punto como parte del mateiral necesario.

Sólo nos resta señalar el trabajo mismo y repetir un ruego que más de un autor ha formulado ya en vano y al que particularmente el lector alemán de tiempos recientes accede tan rara vez:

Si quid novisti rectius istis,
Candidus imperti; si non, his utere mecun.

ESBOZO DE UNA TEORÍA DE LOS COLORES

Si vera nostra sunt aut falsa, erunt talia, licet nostra per vitam defendimus. Post fata nostra pueri, qui nunc ludunt, nostri judices erunt.

Introducción

NACE en el hombre el afán de saber al percibir grandes fenómenos que atraen su atención. Para que persista este afán, debe desarrollarse un interés más profundo, que lo lleva a conocer paulatinamente los objetos. Recién entonces nos percatamos de una gran diversidad que se nos presenta como plétora desconcertante y nos obliga a separar, clasificar y reagrupar. Así surge finalmente un orden que podemos abarcar más o menos satisfactoriamente.

Para hacer esto siquiera medianamente en una disciplina, cualquiera que sea, se requiere una labor constante e intensa. Es así que los hombres prefieren dar cuenta de los fenómenos por algún concepto teórico general, una explicación cualquiera, a tomarse el trabajo de construir un todo a través del estudio de las partes.

Hasta el presente, sólo dos veces se ha hecho una tentativa de enumerar y clasificar los fenómenos cromáticos: la primera vez por Teofrasto y la segunda por Boyle. No se negará el tercer lugar a la presente tentativa.

Sobre los pormenores nos informa la historia. Aquí sólo consignaremos que en el siglo pasado no pudo ser cuestión de tal clasificación, porque Newton había basado su hipótesis en un experimento complicado y derivado, al que los hombres de ciencia referían artificiosamente los demás fenómenos manifiestos que no podían escamotear y suprimir metiéndolos en situaciones comprometidas; procedimiento que tendría que seguir, por ejemplo, un astrónomo empeñado en situar

la luna en el centro de nuestro sistema. Se vería obligado a hacer girar la Tierra y el Sol, con todos los demás planetas, alrededor de este cuerpo subalterno y disimular mediante toda clase de cálculos y conceptos artificiosos el error de su tesis básica.

Avancemos ahora en base a lo que hemos expuesto en el prefacio. Allí hemos dado la luz por cosa reconocida; aquí hacemos lo mismo respecto al ojo. Dijimos más arriba que toda la Naturaleza se revelaba a través del color al sentido de la vista. Pues bien, afirmamos, por extraño que acaso parezca nuestro aserto, que el ojo en sí no percibe forma alguna, por cuanto la claridad, la oscuridad y el color constituyen juntos lo que para la vista diferencia los objetos y las distintas partes del objeto. De modo que a base de estos tres factores construimos el mundo visible haciendo así posible, al mismo tiempo, la pintura, capaz de representar un mundo visible mucho más perfecto de lo que puede ser el mundo real.

Debe el ojo su existencia a la luz. De subalternos órganos auxiliares animales la luz desarrolla un órgano adecuado a ella; así el ojo se adapta gracias a la luz para la luz, para que a la luz exterior corresponda otra interior.

A este respecto señalamos la antigua escuela jónica que no se cansó de recalcar que únicamente lo afín puede reconocer lo afín.

Nadie negará este parentesco directo del ojo con la luz; cuesta más concebir el uno y la otra como una y la misma cosa. Sin embargo, esta concepción resulta más fácil si se afirma que en el ojo está localizada una luz patente, que es excitada por el menor estímulo interior o exterior. Al conjuro de nuestra imaginación podemos producir en la oscuridad las imágenes más claras. En sueños se nos aparecen los objetos como en pleno día. Y en el estado de vigilia reaccionamos a la más leve sensación luminosa exterior; más aún, cuando el órgano de la vista experimenta una excitación mecánica produce luz y colores.

A esta altura de nuestra exposición acaso se nos objete que hasta aquí ni siquiera hemos definido claramente la naturaleza del color. Quisiéramos eludir aquí también esta cuestión y remitirnos a la disertación en que hemos explicado nuestro concepto al respecto. Repetimos que el color es la Naturaleza regida por leyes respecto al sentido de la vista. Aquí también tenemos que partir del supuesto de que los hombres poseen este sentido y saben que la Naturaleza obra sobre él; pues no puede hablarse del color a los ciegos.

Mas para atenuar la impresión de que tratemos afanosamente de eludir una explicación, nos apresuramos a agregar a mayor abundamiento que el color es para el sentido de la vista un fenómeno natural fundamental, el cual, como todos los demás, se manifiesta por separación y contraste, mezcla y fusión, exaltación y neutralización, adición y distribución, etcétera, y puede ser encarado y captado mejor bajo estas fórmulas generales de la Naturaleza.

No podemos imponer a nadie este modo de imaginarse la cosa. El que lo considere cómodo, como nosotros, lo adoptará de buen grado. Tampoco estamos

dispuestos a defenderlo en lo sucesivo a través de la polémica y la disputa. Pues desde siempre el tratar de color ha comportado ciertos riesgos, al punto que uno de nuestros predecesores hasta se atrevió, en cierta ocasión, a declarar: "El toro, cuando se le muestra un paño rojo, se enfurece; pero el filósofo, no bien se le hable del color, se pone frenético".

Si hemos de hablar un poco de aquella disertación a que nos remitimos, señalaremos ante todo cómo hemos clasificado las distintas condiciones en que el color es susceptible de manifestarse. Encontramos tres modalidades de manifestación, tres clases de color o, si se quiere, tres aspectos netamente diferentes del fenómeno cromático.

Consideramos, pues, en aquella disertación los colores ante todo como algo que forma parte de la vista y es el resultado de una acción y contracción de la misma; en segundo término los enfocamos como fenómeno concomitante o derivado de medios incoloros; por último, los estudiamos como algo que podríamos imaginarnos como parte integrante de los objetos. Denominamos los primeros colores fisiológicos, los segundos físicos y los terceros químicos y señalamos que los primeros son necesariamente fugaces, los segundos pasajeros, pero de cierta duración, en tanto que los terceros pueden ser fijados indefinidamente.

Al clasificar y diferenciar así los colores, para los fines didácticos, en tal orden natural, logramos al mismo tiempo presentarlos en una serie continua, ligar los fugaces con los pasajeros y éstos con los duraderos, aboliendo así, en aras de una noción superior, la clasificación que acabábamos de establecer empeñosamente.

En una cuarta parte de nuestra exposición hemos consignado las comprobaciones generales que hasta ahora se han hecho respecto a los colores bajo diversas condiciones especiales, con lo que ha quedado esbozada, en definitiva, una futura teoría de los colores. Por el momento sólo anticiparemos que para producir el color se requieren luz y tiniebla, claridad y oscuridad, o, si se prefiere una fórmula más general, luz y falta de luz. La luz produce por lo pronto un color que denominamos *amarillo* y las tinieblas otro que llamamos *azul*. Estos dos colores, si en su estado más puro los mezclamos en forma que se equilibren exactamente, producen un tercero, que designamos con el nombre de *verde*. Mas cada uno de los dos colores primarios puede también determinar en sí mismo un nuevo fenómeno volviéndose más denso u oscuro; en tal caso asume un tono rojizo, que es susceptible de acentuarse hasta el punto que apenas puede distinguirse ya en él el amarillo y el azul originario, respectivamente. Mas el rojo más vivo y puro puede ser producido, particularmente en el terreno físico, combinando los dos extremos del rojo amarillento y rojo azulado. Tal es el aspecto vivo del fenómeno cromático y de la producción de colores. Mas puede agregarse también el azul y amarillo específicamente elaborados un rojo elaborado y producir para atrás, por mezcla, lo que para adelante hemos obtenido por intensificación. A estos tres o seis colores, que caben cómodamente en un círculo, se circunscribe la teoría elemental de los

colores. Todas las demás variedades, cuya gama es infinita, se relacionan más bien con la técnica aplicada, el oficio del pintor y del tintorero y, en un plano general, con la vida.

Consignemos otra propiedad general de los colores: deben éstos considerarse en un todo como fenómenos mitad luz mitad sombra, de suerte que cuando, entremezclados, anulan recíprocamente sus propiedades específicas, producen algo sombredo, gris.

En la quinta parte se han estudiado las relaciones íntimas que nuestra teoría de los colores aspira a mantener con las demás disciplinas e investigaciones. No obstante la importancia de esta parte de nuestra exposición, es posible que precisamente de tan importante que es no esté muy bien lograda. Mas si se tiene presente que en el fondo las relaciones íntimas no pueden expresarse antes de que se hayan desarrollado, cabe consolarse del fracaso de semejante primera tentativa. Pues ciertamente hay que esperar la acogida que aquellos a los que hemos tratado de prestar un servicio darán a nuestra exposición; si aceptarán sus resultados, los aprovecharán y desarrollarán, o si los rechazarán y relegarán a segundo plano. Entretanto, nos es permitido expresar nuestros pareceres y nuestras esperanzas.

Creemos habernos hecho acreedores a la gratitud de los filósofos, por habernos esforzado en remontarnos a las fuentes primarias de los fenómenos, allá donde simplemente se manifiestan y son, sin prestarse a ninguna explicación. También les agradará que hemos agrupado los fenómenos en un orden cómodo, aunque dicho orden no merezca su plena aprobación.

Consideramos haber complacido particularmente a los médicos, sobre todo a aquéllos llamados a estudiar y cuidar el ojo, subsanar sus defectos y curar sus males. En la parte que trata de los colores fisiológicos y en el apéndice que esboza los patológicos, ellos están en su elemento. Y nos consta que los hombres que en nuestros días tienen una actuación feliz en esta disciplina, dedicarán su esfuerzo denodado a esta primera y, a no dudarlo, más importante parte de la teoría de los colores que hasta el presente ha sido descuidada.

La acogida más cordial debiera sernos dispensada por parte de los físicos, toda vez que les ofrecemos la ventaja de exponer la teoría de los colores en relación con los demás fenómenos elementales y valerse para tal fin de un lenguaje uniforme y aún de términos y signos casi idénticos a los que se usan en las demás disciplinas. Es verdad que dificultamos un poco la tarea de los que se dedican a la enseñanza; pues en adelante ya no será posible, como hasta ahora, dar cuenta del capítulo de los colores mediante unos cuantos párrafos y experimentos. Además, los discípulos no se darán por satisfechos con tan frugal alimento, como acaso se les proporcione en otras disciplinas. En definitiva, empero, este inconveniente queda compensado por otra ventaja. La teoría de Newton era fácil de aprender, sí, pero en su aplicación se tropezaba con dificultades insolubles; nuestra teoría es quizá más difícil de entender, pero en cambio no reporta dificultades ulteriores, toda vez que lleva en sí su aplicación.

Los químicos, que consideran los colores a guisa de criterio con miras a desentrañar las propiedades recónditas de las entidades físicas, hasta ahora han tenido no pocos inconvenientes en denominar y designar los colores; más aún, tras un estudio más detenido y penetrante se ha llegado a tener el color por signo dudoso y falaz en las operaciones químicas. Esperamos que nuestra exposición y la nomenclatura propuesta logren rehabilitar los colores y afianzar el convencimiento de que lo que crece y se desarrolla, lo fluido y mudable, no es engañoso, sino antes bien susceptible de revelar los procesos más entrañables de la Naturaleza.

Por cierto que tememos provocar el disgusto de los matemáticos. Por un juego singular de circunstancias, la teoría de los colores ha sido llevada ante el tribunal de las matemáticas, lo que es de todo punto improcedente. Se ha llegado a tal situación a causa de la afinidad con las demás leyes de la visión, que el matemático ha estado llamado a estudiar. Otra causa ha de buscarse en el hecho de que un matemático eminente trató de la teoría de los colores y, habiéndose equivocado en el terreno de la física, movilizó toda la fuerza de su talento para consolidar su error. Cuando se llegue a reconocer una y otra causa, nos tardará en disiparse todo malentendido y los matemáticos se prestarán de buen grado a contribuir particularmente al estudio del aspecto físico de la teoría de los colores.

En cuanto a los técnicos y los tintoreros, no podrán por menos de aclamar nuestro trabajo. Pues precisamente aquellos que reflexionaban sobre los fenómenos de la tintura han sido los que más reparos ponían a la teoría tal como se enunciaba hasta ahora. Han sido los primeros en señalar la insuficiencia de la teoría newtoniana. Pues es muy importante el punto de vista desde el cual uno se asoma a un saber, a una ciencia, la puerta por la que uno entra. El hombre práctico, el fabricante que a diario tiene que habérselas con los fenómenos; al que reporta provecho o daño la realización de sus nociones; que no es indiferente a la pérdida de tiempo y de dinero, ansía progresar y ha de igualar y superar a la realización ajena; él descubre mucho más rápidamente lo que una teoría tiene de falso y fútil que el sabio, que acaba por aceptar ciegamente las teorías tradicionales; que el matemático, cuya fórmula continúa siendo correcta aunque ya no esté en consonancia con la base sobre la cual ha sido, asentada. De modo que, como nos hemos asomado a la teoría de los colores por el lado de la pintura, de la coloración estética de las superficies, habremos prestado un gran servicio también al pintor, al habernos esforzado en la sexta parte de dilucidar los efectos sensibles y morales del color para facilitar así su uso en el dominio del arte. Si también en este respecto, como en todos los demás, no poco está tan sólo esbozado, queremos señalar que la función de toda teoría se limita, en definitiva, a insinuar los grandes lineamientos, que han de servir de base para la acción palpitante y fecunda.

CAPÍTULO I

LOS COLORES FISIOLÓGICOS

1. Estos colores, que corresponde considerar en primer término, toda vez que atañen por completo o en su mayor parte al sujeto, al órgano visual, estos colores, que constituyen el fundamento de toda la teoría y nos revelan la armonía cromática que da lugar a tan enconadas disputas, han sido tenidos hasta ahora por fenómenos subalternos y casuales, por ilusión y defecto. Sus manifestaciones se conocen desde tiempos remotos; pero como no se podía captar su fugacidad se los confinaba al reino de los fantasmas nocivos designándolos en este sentido con los nombres más diversos.

2. Es así que Boyle les llama *"colores adventicii"*, Rizetti *"imaginarii"* y *"phantaistici"*, Buffon *"couleurs accidentelles"* y Scherffer "colores aparentes"; algunos los denominan "ilusión óptica" y "engaño de la vista", Hamberger, *"vitia fugitiva"* y Darwin, *"ocular spectra"*.

3. Nosotros les hemos llamado "fisiológicos", toda vez que atañen al ojo normal, y los consideramos como condición indispensable de la visión, cuya correlación vital hacia dentro y fuera sugieren.

4. Agregamos a renglón seguido los colores patológicos, los cuales, como todo estado anormal permite comprender más cabalmente el normal, sirven para profundizar nuestra noción de los colores fisiológicos.

I. *La luz y la oscuridad con respecto al ojo*

5. La retina se halla, según que obre sobre ella la luz o la oscuridad, en dos estados distintos, diametralmente opuestos el uno al otro.

6. Cuando en una habitación completamente oscura mantenemos abiertos los ojos, notamos que falta algo. El órgano, librado a su propia suerte, se repliega sobre sí mismo por falta de ese contacto estimulador y grato en virtud del cual se vincula con el mundo exterior y llega a ser lo que es.

7. Cuando luego volvemos los ojos hacia una superficie blanca crudamente iluminada, quedamos deslumbrados y por un tiempo no somos capaces de distinguir objetos discretamente iluminados.

8. Cada uno de estos dos estados extremos abarca, del modo indicado, la totalidad de la retina, de modo que no pueden coexistir en ella. En aquel caso (6) hemos encontrado el órgano visual en el estado de máxima relajación y sensibilidad, en éste (7), en el de una tensión e insensibilidad extremas.

9. Cuando pasamos rápidamente de uno de estos dos estados al otro, aunque no de un extremo al otro, sino, verbigracia, de la claridad al crepúsculo, la diferencia es muy grande, y es doble comprobar que los estados persisten durante un tiempo.

10. Quien de la luz del día pasa a un lugar bastante oscuro, por lo pronto no puede distinguir nada; poco a poco los ojos recobran su sensibilidad, los agudos antes que los débiles, aquéllos ya al cabo de un minuto, en tanto que éstos requieren de siete a ocho minutos.

11. En el caso de las observaciones científicas, la insensibilidad de los ojos a las impresiones luminosas débiles como consecuencia del paso brusco de la luz a la oscuridad, puede dar lugar a errores singulares. Así, por ejemplo, cierto observador cuyos ojos se adaptaban con lentitud, creyó durante un tiempo que la madera putrefacta no era fosforecente a mediodía, ni aun en un cuarto oscuro, porque solía pasar de la radiante luz solar al cuarto oscuro y no advertía la débil fosforescencia, hasta que un día se le ocurrió permanecer en el cuarto el tiempo suficiente para permitir a sus ojos adaptarse a la oscuridad.

Le ocurriría igual al doctor Wall con el brillo eléctrico del ámbar, que de día apenas podía percibir, ni siquiera en una habitación completamente oscura.

En este orden de ideas, cabe señalar también el hecho de que de día no se ven las estrellas, así como ese otro de que se ven mejor las pinturas cuando se las mira por un doble tubo.

12. Quien pasa de un lugar completamente oscuro a otro en que da el sol, queda deslumbrado. El que pasa del crepúsculo a una claridad más bien discreta,

distingue todos los objetos con mayor nitidez. De lo cual se infiere que el ojo reposado es más sensible a las impresiones moderadas.

En los presos que han pasado largo tiempo en una celda oscura la sensibilidad de la retina es tan grande que ya en la oscuridad (probablemente en una un poco aclarada) distinguen los objetos.

13. En lo que damos en llamar la visión la retina se halla simultáneamente en estados dispares y aun opuestos. Al lado de la claridad máxima no deslumbrante actúa la oscuridad absoluta. Al mismo tiempo, percibimos todos los grados intermedios del claroscuro y todas las determinantes cromáticas.

14. Vamos a considerar ahora, uno por uno, los elementos del mundo visible y dilucidar el comportamiento del órgano visual con respecto a ellos.

Para tal fin recurriremos a las imágenes más simples.

II. *Las imágenes blancas y negras con respecto a los ojos*

15. Así como la retina reacciona a la luz y la oscuridad propiamente dichas, se comporta también con respecto a los objetos claros y oscuros. Cuando imágenes blancas y negras excitan simultáneamente los ojos, determinan en la retina a un tiempo los estados que la luz y la oscuridad originan sucesivamente.

16. Un objeto oscuro parece más pequeño que otro claro del mismo tamaño. Si dibujamos un disco blanco sobre fondo negro, y otro negro, de idéntico diámetro, sobre fondo blanco y a continuación miramos simultáneamente los dos discos desde alguna distancia, éste se nos aparecerá una quinta parte, aproximadamente, más pequeño que aquél. Si se aumenta en la proporción correspondiente al tamaño de la imagen negra, ambas imágenes parecerán del mismo tamaño.

17. Del mismo modo, Tycho de Brahe comprobó que en la conjunción (novilunio) la Luna aparecía una quinta parte más pequeña que en la oposición (plenilunio). El creciente parece pertenecer a un disco más grande que el oscuro que a veces es dable distinguir en la época del novilunio. La ropa negra hace aparecer a las personas mucho más delgadas que los vestidos claros. Una luz vista detrás de un contorno parece que lo mellara. Una regla por detrás de la cual se asome la luz de una vela tiene una mella aparente. Asimismo, el Sol, al salir y al ponerse, parece que mellara la línea del horizonte.

18. El negro, representante de la oscuridad, deja el órgano visual en estado de reposo; en cambio el blanco, lugarteniente de la luz, lo excita. Pudiera inferirse del citado fenómeno (16) que la retina en reposo, librada a sí misma, se contrae ocupando un espacio más reducido que en el estado de actividad en que la sume el estímulo de la luz.

Así, Kepler dice muy atinadamente: "*Certum est, vel in retina caussa picturae, vel in spiritibus caussa impressionis exsistere dilatationem lucidorum; Paralip. in Vitellionem*", pág. 220. El padre Scherffer opina en forma análoga.

19. Sea ello como fuere, uno y otro estado que originan tal imagen en el órgano visual están localizados en él y persisten durante un tiempo, cuando ya ha desaparecido el motivo exterior. En la vida diaria apenas si nos damos cuenta de ello; pues rara vez se dan imágenes que forman flagrante contraste unas con otras. Evitamos mirar las deslumbrantes. Volvemos la mirada de una imagen a otra y su sucesión se nos antoja pura; no nos percatamos de que algo de la anterior se desliza en la posterior.

20. Quien a la madrugada, al despertarse, que es cuando la retina está particularmente sensible, mira fijamente el crucero de la ventana, que se recorta sobre el firmamento aclarado por el alba, y a continuación cierra los ojos o mira hacia un lugar completamente oscuro, percibirá durante un tiempo una cruz negra sobre fondo claro.

21. Toda imagen ocupa en la retina un lugar determinado, cuya extensión varía en función de la distancia. Si cerramos los ojos en seguida de haber mirado al Sol, nos sorprenderá lo pequeña que es la imagen que persiste en la retina.

22. En cambio, cuando volvemos los ojos abiertos hacia una pared y consideramos la imagen que vemos flotar ante nuestra vista respecto a otros objetos, la percibiremos de tamaño tanto más grande a cuanto mayor distancia de nosotros la intercepta una superficie. Este fenómeno seguramente se explica por la ley de la perspectiva según la cual el objeto pequeño más próximo parece tapar otro más grande que se halla a mayor distancia del observador.

23. La persistencia de esta impresión varía con arreglo a la estructura de los ojos. Ella es idéntica al tiempo que le lleva a la retina recobrar su sensibilidad al pasar de la luz a la oscuridad (10), de modo que puede ser expresada en términos de minutos y segundos, con mucha mayor exactitud, por cierto, de la que se ha logrado hasta ahora haciendo girar dando vueltas rápidamente una antorcha, que la retina percibe como un arco luminoso.

24. Entra también en consideración, ante todo, la energía con que una sensación luminosa dada excita el órgano visual. La imagen del Sol es la que persiste más tiempo; la de otros cuerpos persiste durante un lapso de tiempo que varía proporcionalmente a su intensidad luminosa.

25. Estas imágenes desaparecen gradualmente mermando tanto en nitidez como en tamaño.

26. Van mermando desde la periferia hacia el centro; créese haber comprobado que en las imágenes cuadradas los ángulos se van achaflanando, hasta que finalmente se percibe una imagen redonda cada vez más pequeña.

27. Tal imagen, al haberse extinguido en la retina, puede ser resucitada, como quien dice, en ella, cuando abrimos y cerramos los ojos alternando así la excitación con el reposo.

28. El hecho de que en sujetos aquejados de una afección a la vista se ha dado el caso de imágenes que persistieron de catorce a diecisiete minutos, y aun durante más tiempo en la retina, sugiere una debilidad extrema del órgano visual, su incapacidad para recuperar la sensibilidad, así como la visión de objetos amados o aborrecidos con pasión traspuesta del mundo sensible a la esfera ideal.

29. Volviendo sobre la imagen de la cruz negra sobre fondo claro, cuando se mira, mientras persiste todavía dicha impresión, hacia una superficie gris clara, el crucero aparece claro y el espacio configurado por el vidrio de la ventana, oscuro. En aquel caso (20) el estado permanecía idéntico, de modo que también la impresión podía persistir idéntica; aquí, en cambio, se provoca una inversión, que atrae nuestra atención y a cuyo respecto los observadores han referido varios casos.

30. Los sabios entregados a sus estudios en las cordilleras han observado que un halo de luz rodeaba la sombra de sus cabezas proyectada sobre las nubes. Corresponde sin duda relacionar este caso con lo que antecede; pues cuando miraban fijamente la imagen oscura de la sombra y al mismo tiempo cambiaban de lugar, les parecía que la imagen clara postulada circuía la oscura. Cuando se mira un disco negro sobre fondo gris claro, a la menor modificación de la visual no se tardará en ver dicho disco oscuro rodeado de un halo de luz.

Yo mismo he hecho una observación similar. En circunstancias en que sentado en un campo, conversaba con un hombre que se hallaba de pie a alguna distancia de mí y cuya silueta se recortaba sobre un cielo gris, tras haberlo mirado fijamente durante largo tiempo su cabeza se me apareció, al apartar un poco la mirada, circuida de un resplandor intenso.

Probablemente sea del mismo orden el fenómeno de que las personas que al salir del Sol caminan bordeando praderas mojadas por el rocío perciben un halo de luz alrededor de su cabeza; este halo puede ser coloreado, toda vez que concurren los fenómenos de la refracción.

Así también, se ha creído ver halos claros y algo coloreados alrededor de las sombras de globos aerostáticos proyectadas sobre las nubes.

Cuando el padre Beccaria realizaba algunos experimentos relativos a la electricidad atmosférica remontando la cometa, se observó alrededor de ella y aun de parte del bramante una nubecilla reluciente de variable tamaño; desaparecía a veces, y cuando la cometa se deplazaba con mayor rapidez ella parecía flotar durante algunos instantes en el lugar anterior. Este fenómeno, que los observadores no supieron explicar entonces, era la imagen de la cometa oscura que persistía en la retina y sobre el fondo del cielo claro se presentaba clara.

En los experimentos ópticos, particularmente los cromáticos, en que uno tiene que habérselas muchas veces con luces intensas, incoloras, o de color, hay que evitar cuidadosamente que en la observación se deslice el espectro persistente de la observación precedente confundiendo y desvirtuando aquélla.

31. Se ha tratado de explicar estos fenómenos como sigue: el lugar de la retina impresionado por la imagen del crucero oscuro debe considerarse reposado y sensible. La superficie discretamente iluminada lo impresiona a él en mayor grado que las demás partes de la retina, que a través de los vidrios de la ventana han recibido la luz y, excitadas como están por un estímulo mucho más intenso, perciben la superficie gris sólo como una oscura.

32. Esta explicación parece por lo pronto suficiente; mas cuando consideremos otros fenómenos, nos veremos obligados a ahondar en nuestra investigación.

33. En el estado de vigilia, la vida palpitante del órgano visual se manifiesta particularmente en que tiende a variar sus estados, que en el caso más simple oscilan entre la claridad y la oscuridad. El órgano visual no puede ni quiere persistir sin cambio en un estado determinado especificado por el objeto; impulsado por una especie de prurito de oposición contrapone al extremo el extremo, a lo medio lo medio, y al mismo tiempo une los opuestos tendiendo tanto en la sucesión como en la coincidencia tiempo-espacial a un todo.

34. El bienestar que experimentamos en presencia del claroscuro bien tratado de cuadros incoloros y obras de arte similares se origina tal vez primordialmente en la percepción simultánea de un todo, que por lo demás el órgano busca más que produce en una sucesión y, cualquiera que sea el resultado, nunca puede fijar.

III. *Superficies e imágenes grises*

35. Muchos experimentos cromáticos requieren una luz moderada. Consígnese ésta en forma inmediata por medio de superficies más o menos grises, de modo que corresponde estudiar desde luego el gris. De más está decir que en ciertos casos una superficie blanca sumida en sombra o luz crespuscular puede ser considerada gris.

36. Como la superficie gris ocupa una posición intermedia entre la luz y la oscuridad, lo que más arriba (29) hemos expuesto como fenómeno se presta muy bien para la experimentación.

37. Si se mira una imagen negra recortada sobre una superficie gris y, sin apartar la mirada, se la retira, el lugar que había ocupado aparece de pronto mucho más claro. Cuando del mismo modo se mira una imagen blanca, el lugar aparecerá luego más oscuro que la demás superficie. Si se pasa la mirada sobre la lámina, en ambos casos las imágenes se desplazan a la par de ella.

38. Una imagen gris aparece mucho más clara sobre fondo negro que sobre fondo blanco. Miradas la una al lado de la otra, cuesta creer que las dos imágenes son de idéntico color. Comprobamos aquí una vez más la vitalidad de la retina y el contraste que todo lo vivo tiende a determinar frente a un estado determinado. Así, la aspiración ya presupone la espiración, y viceversa, y toda sístole la correspondiente diástole. He aquí la fórmula eterna de la vida. Al serle ofrecida al ojo la oscuridad, pide la luz; al serle brindada la luz, pide la oscuridad. Demuestra su actividad, su derecho a captar el objeto precisamente dando de sí algo opuesto al objeto.

IV. *Imágenes deslumbrantes incoloras*

39. Si se mira una imagen deslumbrante completamente incolora, ésta deja una impresión profunda y persistente cuya gradual extinción se acompaña con un fenómeno cromático.

40. Practíquese en el postigo cerrado de una habitación oscura, cuanto más oscura mejor, un orificio de aproximadamente tres pulgadas de diámetro que pueda taparse y destaparse a voluntad, déjese penetrar el sol, en forma que los rayos den en una hoja de papel blanco, y mírese fijamente, desde alguna distancia, el disco luminoso. Si luego se tapa el orificio y se mira hacia el lugar más oscuro de la habitación, se cree percibir un disco, cuyo centro aparace claro, incoloro, tirando a amarillo, en tanto la periferia parece inmediatamente teñida de púrpura.

El púrpura, avanzando desde la periferia, va cubriendo el área del disco y termina por eliminar el centro claro. Mas no bien todo el disco aparece color púrpura, la periferia empieza a teñirse de azul, que va desplazando, avanzando desde ella, el púrpura. En cuanto todo el disco aparece de color azul, la periferia se oscurece y se vuelve incolora. Tarda ella mucho en desplazar por completo el azul y tornar incolora toda el área del disco. Luego, la imagen merma gradualmente, tanto en tamaño como en intensidad. Aquí vemos una vez más cómo mediante una sucesión de oscilaciones la retina restablece paulatinamente su normalidad perturbada por el violento estímulo exterior (25, 26).

41. La duración respectiva de las distintas fases de este fenómeno la he averiguado por medio de la observación personal. La he encontrado idéntica en los distintos experimentos que llevé a cabo.

Tras de haber mirado la imagen deslumbrante por espacio de cinco segundos, tapaba el orificio; entonces percibía, flotanto en el aire, el disco coloreado, que al cabo de trece segundos aparecía completamente de color púrpura. Al cabo de otros veintinueve segundos aparecía todo azul, y luego de otros cuarenta y ocho, incoloro. Tapando y destapando alternativamente el orificio, reavivaba ya una y otra vez la imagen (27), de suerte que recién al cabo de siete minutos ella se borraba del todo.

Otros observadores encontrarán más cortos o más prolongados los respectivos lapsos de tiempo, según que tengan la vista más aguda o más débil que yo (23). Sería de verdad singular si ello no obstante se llegase a establecer determinada relación.

42. Mas no bien tan singular fenómeno llama nuestra atención, ya advertimos una nueva modificación del mismo.

Si nuestra retina ha recibido, como arriba especificado, la impresión luminosa y en una habitación de poca iluminación miramos un objeto de color gris claro, percibimos de nuevo un fenómeno, pero esta vez uno oscuro, que gradualmente queda circuido desde fuera con un borde verde, el cual, como antes el de color púrpura, va cubriendo todo el área del disco. Consumado este proceso, se ve un amarillo sucio que, como en el experimento precedente el azul, invade paulatinamente toda el área y finalmente es desplazado por una claridad incolora.

43. Pueden combinarse estos dos experimentos colocando en una habitación poco iluminada una pantalla negra al lado de otra blanca y mirando fijamente, mientras persiste en la retina la impresión luminosa, ora la blanca ora la negra. Se percibirá por lo pronto ora un fenómeno de color púrpura ora uno de color verde y a continuación todos los demás fenómenos puntualizados más arriba. El observador ejercitado hasta puede percibir simultáneamente los dos colores opuestos

situando el fenómeno suspendido en el aire en el punto de contacto de las dos pantallas; lógrase esto tanto más fácilmente cuanto mayor es la distancia que separa al observador de las pantallas, toda vez que el espectro aparece más grande.

44. Estaba yo cierto día, al caer la tarde, en una fragua, en momentos en que la masa incandescente era colocada bajo el martillo. Tras haber mirado fijamente la masa, volví la cabeza y casualmente mi mirada se posó en una carbonera abierta. De pronto me pareció percibir una imagen colosal de color púrpura, y cuando aparté los ojos de la boca oscura y miré hacia los tablones iluminados del cobertizo, el fenómeno apareció mitad verde mitad de color púrpura, según que se recortara sobre un fondo más bien oscuro o uno más bien claro. No presté atención a las circunstancias que acompañaron la paulatina extinción del fenómeno.

45. Lo que hemos dicho respecto a la paulatina extinción de una imagen deslumbrante delimitada se aplica también a la gradual adaptación de una retina totalmente deslumbrada. Un caso relacionado con este fenómeno es el de las personas deslumbradas por la nieve, que la ven de color púrpura; otro el hermosísimo color verde de que aparecen los objetos oscuros cuando durante largo tiempo hemos mirado al sol una hoja de papel blanco. Los detalles de este fenómeno los dilucidarán aquellos cuyos ojos jóvenes estén aún en condiciones de someterse a un esfuerzo en aras de la ciencia.

46. Aquí cumple hablar también de las letras negras que a la hora del crepúsculo vespertino aparecen de color rojo, como acaso también de la crónica que refiere que aparecieron gotas de sangre en la mesa en que Enrique IV de Francia y el duque de Guisa jugaban a los dados.

V. *Imágenes coloreadas*

47. Hemos percibido los colores fisiológicos en el caso de la gradual desaparición de imágenes deslumbrantes incoloras y también en el de la anulación paulatina de deslumbramientos incoloros generales. Advertimos fenómentos análogos cuando excita la retina un color ya especificado. También en este caso debemos tener presente en todo momento todo lo que hasta aquí se ha expuesto.

48. Como en el caso de las imágenes incoloras, la impresión de las coloreadas persiste en la retina, sólo que se hace más patente la vitalidad de ésta, la cual, incitada a la oposición, lleva a cabo, a través del conflicto, una totalidad.

49. Cuando se mira fijamente un pedacito de papel o de seda de color vivo sobre una pantalla blanca poco iluminada y al cabo de algún tiempo se lo retira,

sin apartar la mirada, se percibe en la pantalla blanca el espectro de otro color. También se puede dejar en el lugar el papel coloreado y fijar, al cabo de un tiempo, la mirada en otro punto de la pantalla blanca; también allí se percibirá este fenómeno cromático, pues se deriva de una imagen que desde luego impresiona la retina.

Lámina I

50. Para determinar con rapidez los colores que origina este contraste, úsese el círculo cromático de nuestra lámina I, dispuesto de acuerdo con los fenómenos naturales, y que también aquí es de utilidad. Los colores diametralmente opuestos se complementan en la retina. Así al amarillo corresponde el violeta; al anaranjado el azul; al púrpura el verde, y viceversa. Todos los tonos se complementan unos a otros, al color más simple corresponde el más compuesto, y viceversa.

51. Los casos relacionados con este fenómeno se dan en la vida diaria más frecuentemente de lo que creemos; más aún, el observador atento los advierte en todas partes, en tanto que la humanidad ignorante, como también nuestros antepasados, los considera como defectos momentáneos y a veces hasta los comprueba con alarma teniéndolos por síntomas de enfermedades de la vista. Se consignarán a continuación algunos casos notables.

52. Cierto día en que, al caer la tarde, entré en una fonda y una muchacha de cuerpo bien plantado, rostro níveo, cabellos negros y corselete de color escarlata acudió a atenderme, la miré fijamente cuando en la penumbra se hallaba de pie a alguna distancia de mí. Cuando ella luego se apartó, percibí en la pared blanca de enfrente un rostro negro circuido de un halo de luz y la indumentaria de la figura claramente visible apareció de un hermoso color verde mar.

53. El aparato óptico muestra los retratos de medio cuerpo con los colores y matices invertidos, y se ha pretendido que cuando se mira durante un tiempo la imagen aparente ésta llega a parecer más o menos natural. El fenómeno es, en sí, cierto y concuerda con la experiencia, pues en el caso arriba citado (52) una negrita con la cabeza atada en un pañuelo blanco se me hubiera aparecido con la cara blanca encuadrada en negro.

54. Estoy convencido de que del mismo modo se explica también un fenómeno que ya en el pasado ha llamado la atención de los naturalistas.

Cuéntase que en las noches de verano ciertas flores se vuelven fosforescentes o emiten destellos de luz. Algunos observadores han puntualizado este fenómeno.

Muchas veces me había esforzado por observarlo personalmente, hasta llevaba a cabo experimentos con miras a producirlo.

El 19 de junio de 1799, en circunstancias en que a una hora en que el crepúsculo cedía gradualmente el paso a una noche serena, me paseaba en el

jardín en compañía de un amigo, percibimos distintamente cerca de las flores de la amapola oriental, caracterizada por su color rojo subido, emanaciones semejantes a llamas. Nos asomamos a las plantas y las miramos fijamente, pero ya no percibimos nada, hasta que, tras haber ido y venido varias veces por el sendero, mirando desde un ángulo, logramos reproducir a voluntad el fenómeno. Comprobamos que se trataba de un fenómeno de colores fisiológicos y que el destello aparente era, en realidad, la imagen aparente de la flor que aparecía del color complementario verde azulado.

Cuando se mira de frente las flores no se produce el fenómeno; mas debiera producirse también en cuanto se aparta un poco la mirada. Cuando se mira con el rabillo del ojo, surge fugazmente una doble imagen, percibiéndose la imagen aparente junto a la real.

El crepúsculo es la causa de que los ojos están completamente descansados y por ende sensibles, y el color de las amapolas es tan saturado que aun en el crepúsculo de los días más largos tiene poder suficiente para producir una imagen complementaria.

Estoy convencido de que se podría tomar este fenómeno como base de un experimento y producir el mismo efecto mediante flores artificiales.

Quien desee prepararse para la observación del natural, se acostumbre, al pasar por el jardín, a mirar fijamente las flores de color, y seguidamente hacia el sendero; lo verá como salpicado de manchas del color complementario. Puede hacerse esta observación cuando el cielo está nublado, pero también en días de sol radiante, en que la luz solar, reforzando el color de las flores, les permite producir el color complementario con una intensidad tal que es perceptible aun con la luz más brillante.

55. Así como en los experimentos con imágenes coloreadas tiene lugar en distintas partes de la retina, de acuerdo con leyes determinadas, un cambio de colores, esto ocurre también cuando la totalidad de la retina queda impresionada por un solo color. Podemos convencernos de ello mirando a través de vidrios coloreados. Por ejemplo, si se mira durante un tiempo a través de una placa de vidrio azul, al apartarse luego la mirada el mundo aparece como iluminado por los rayos del sol, así sea un día gris y el paisaje se presente tétrico y otoñal. Del mismo modo, tras haber mirado a través de unos anteojos de vidrio verde se ven todos los objetos nimbados de un brillo rojizo. Me parece, en consecuencia, inconveniente valerme, para procurar descanso a los ojos, de anteojos verdes o papel verde, puesto que toda especificación cromática hace violencia al ojo y fuerza el órgano a la oposición.

56. Si hasta ahora hemos comprobado que a todo color sucede en la retina el que tiene como complementario, queda por demostrar que este fenómeno se da

también en forma simultánea. Cuando una imagen coloreada se inscribe en una parte de la retina, la parte restante se apresta inmediatamente para producir los colores complementarios de los percibidos. Si continuando los experimentos arriba citados se mira, por ejemplo, un pedazo de papel amarillo sobre una superficie blanca, la parte restante del ojo está desde luego pronta a producir en dicha superficie incolora el color violeta. El poco amarillo no basta para surtir claramente este efecto, pero si se fijan papeles blancos sobre una pared amarilla, ella aparece teñida de violeta.

57. Si bien todos los colores se prestan para estos experimentos, recomendamos particularmente el verde y el púrpura, toda vez que estos dos colores se producen recíprocamente con gran intensidad. También en la vida se dan con frecuencia estos casos. Cuando un papel verde trasluce a través de muselina floreada o a rayas, las flores y las rayas, respectivamente, aparecen de color rojizo. También el púrpura del mar agitado es un color producido con arreglo a esta ley; la parte de las olas iluminada por el sol aparece verde, o sea de su color natural, en tanto que la parte sombreada exhibe el color púrpura, que es el complementario del verde. El plano diferente de las olas con respecto del observador produce este efecto. Cuando se descorre la cortina verde, los objetos de fuera aparecen de color púrpura, y viceversa. Por lo demás, el observador atento comprueba en todas partes, hasta el infinito, estos fenómenos.

58. La simultaneidad de estos efectos, que hasta aquí hemos advertido en los casos directos, cabe comprobarla también a la inversa. Si se coloca un pedacito de papel de color anaranjado saturado sobre una superficie blanca, mirándolo fijamente no percibe apenas, en la superficie restante, el color complementario azul; mas si se procede a retirar el papel anaranjado y en su lugar aparece la imagen azul aparente, en el instante en que alcanza su intensidad máxima el resto de la superficie se cubre de un halo amarillo rojizo, prueba palmaria de la forma dinámica cómo actúa la ley que rige estos fenómenos.

59. Así como los colores complementarios, allí donde no están, se presentan fácilmente al lado y después de los que complementan, se avivan allí donde están. En un patio de piso de piedra gris invadido por el pasto, éste apareció de un verde hermosísimo cuando las nubes vespertinas proyectaron sobre el piso un resplandor rojizo muy tenue. A la inversa, quien con una luz de intensidad mediana recorre praderas y no ve más que pasto verde, cuando fija la mirada en algún árbol o en el sendero con frecuencia lo percibe teñido de un halo rojizo. En las obras de los pintores paisajistas, particularmente de los que trabajan a la acuarela, este matiz se da con frecuencia. Probablemente lo perciben en la Naturaleza e instintivamente lo imitan; mas su trabajo es tildado de chocante.

60. Estos fenómentos son de la mayor importancia, por cuanto nos sugieren las leyes de la visión y constituyen un requisito indispensable para el estudio de los colores. El órgano visual tiende, esencialmente, a la totalidad y contiene en sí toda la gama de colores. El violeta complementario del amarillo comprende el rojo y el azul; el anaranjado, el amarillo y el rojo, que tiene por color complementario el azul; el verde combina el azul con el amarillo y es complementario del rojo; y así ocurre también con todas las tonalidades producidas por las más diversas mezclas. Ya en tiempos pasados ha habido observadores que se dieron cuenta de que en este caso es preciso establecer tres colores fundamentales.

61. Cuando dentro de la totalidad se perciben aun los elementos que la componen, cabe denominarla *armonía*. Que la teoría de la armonía de los colores se deriva de estos fenómenos; que únicamente en virtud de estas propiedades el color se presta a ser usado para fines estéticos, se pondrá de manifiesto cuando hayamos recorrido el círculo de las observaciones y regresemos a nuestro punto de partida.

VI. *Sombras coloreadas*

62. Mas antes de proseguir en nuestra exposición, hemos de considerar casos muy extraños referentes a estos colores complementarios, fijando nuestra atención en las sombras coloreadas. Estudiaremos primero las sombras incoloras.

63. La sombra proyectada por el Sol sobre una superficie blanca no nos proporciona una sensación cromática mientras el Sol actúe con su potencia plena; aparece negra o, en caso que tuviera acceso a contraluz, más degradada, con iluminación moderada, de tonalidad gris.

64. La sombra coloreada presupone, primero, que la luz que la proyecta coleree en alguna forma la superficie blanca y, segundo, que una contraluz ilumine hasta cierto punto la sombra proyectada.

65. Colóquese al atardecer sobre un papel blanco una vela corta y, entre ella y la menguante luz diurna, verticalmente, un lápiz, en forma que la sombra proyectada por la vela sea iluminada, pero no pueda ser borrada por la débil luz diurna. La sombra aparece entonces de un color azul muy hermoso.

66. Adviértese en seguida que esta sombra es azul; pero sólo el observador atento repara en que el papel blanco parece una superficie amarilla rojiza, cuyo color determina precisamente en la retina la percepción de ese azul.

67. De modo que en todos los casos en que se comprueba una sombra coloreada hay que suponer coloreada la superficie sobre la que está proyectada, lo cual se advertirá a poco que se mire con antención. Mas hágase antes, para convencerse, el siguiente experimento.

68. Si de noche se disponen dos velas ardiendo, la una al lado de la otra, sobre una superficie blanca, se coloca entre ellas, verticalmente, una varita delgada, así que se originan dos sombras, y se interpone un vidrio coloreado delante de una de las dos velas, en forma que la superficie blanca aparece coloreada, en el mismo instante la sombra proyectada por la luz ahora colorante e iluminada por la otra, incolora, se presentará con el color complementario.

69. Corresponde aquí hacer observación importante, sobre la cual volveremos con frecuencia en el curso de nuestra exposición. El color en sí es algo afín a la sombra, de suerte que Kircher le llama con plena razón *lumen opacatum;* y no solamente es afín a la sombra, sino que tiende a unirse con ella y, así, se presenta en ella y a través de ella en cuanto se le ofrece una oportunidad. De modo que con respecto de las sombras coloreadas hemos de mencionar un fenómeno cuya explicación y estudio deben quedar para más adelante.

Lámina I

70. Elíjase, al atardecer, el momento en que la luz diurna puede todavía proyectar una sombra que no pueda ser anulada por la luz de una vela, de modo que resultan dos sombras, proyectadas por la luz de la vela sobre la luz diurna y por ésta sobre la luz de la vela, respectivamente. Cuando aquélla es azul, ésta se presenta de un color amarillento saturado. Éste no es, en definitiva, sino el halo amarillo rojizo con que la luz de la vela cubre todo el papel y que se torna perceptible en la sombra.

71. El citado experimento a base de dos velas y vidrios coloreados permite convencerse de lo que antecede, como también de la facilidad pasmosa con que la sombra toma un color.

72. De modo que queda explicado también cómodamente el fenómeno de las sombras coloreadas, que hasta ahora ha dado tanto que hacer a los observadores. Quien en adelante perciba sombras coloreadas, sólo tiene que fijarse en el color de que está teñida la superficie iluminada sobre la cual están proyectadas. Cabe considerar el color de la sombra como un cromatoscopio de las superficies iluminadas, por cuanto es dable atribuir a la superficie el color opuesto al de la sombra, que el observador atento comprueba, en efecto, en todos los casos.

73. Antes, las sombras coloreadas, que ahora quedan explicadas tan cómodamente, constituían un rompecabezas y como se las comprobaba primordialmente

al aire libre donde se presentaban de color azul, se les atribuía a una misteriosa propiedad azul y azulante del aire. Sin embargo, aquel experimento llevado a cabo con una luz de vela en el interior de una habitación, prueba de un modo concluyente que no se requiere resplandor ni reflejo azul de ninguna clase, pues cuando se realiza el experimento en un día gris y tétrico, y aun con las cortinas blancas corridas, en una habitación donde no existe ni pizca de azul, la sombra se presenta con un color azul particularmente intenso.

74. Saussure, en el relato de su ascensión al Montblanc, escribe:

"Otra observación no menos interesante se refiere a los colores de las sombras, entre los cuales, pese a nuestro estudio minucioso, nunca hemos encontrado el azul saturado que habíamos comprobado con frecuencia en la llanura. Sobre un total de cincuenta y nueve sombras percibimos una amarillenta, seis de color azul pálido, dieciocho sin color o negras y treinta y cuatro de color violeta pálido.

De modo que estas observaciones parecen comprobar la tesis de aquellos físicos que presumen que esos colores provienen, no tanto de determinado color del aire ni de color alguno reflejado por el firmamento, sino más bien de vahos casuales esparcidos por el aire que comunican a las sombras sus tonos singulares."

Podemos ahora explicar cómodamente las experiencias referidas por Saussure.

A tan grande altura, el cielo se hallaba en general despejado de vahos. El Sol daba con su potencia plena en la nieve, de modo que ésta se presentaba totalmente blanca; entonces, los observadores percibían las sombras sin color. En cambio, cuando el aire estaba cargado de algunos vahos, comunicando, así, un tono amarillento a la nieve, las sombras aparecían preferentemente de color violeta; los observadores veían también algunas sombras azuladas, y el hecho de que los respectivos colores no alcanzaban gran viveza debíase exclusivamente a la atmósfera diáfana y radiante, que degradaba las sombras. Una sola vez los observadores percibieron una sombra amarillenta, la cual, como hemos visto más arriba (70), es una sombra proyectada por una contraluz incolora e iluminada por la luz principal colorante.

75. En ocasión de un viaje por la montaña del Harz, en invierno, bajada yo cierto día, al caer la tarde, el Brocken; todas las faldas estaban nevadas, los brezales cubiertos de nieve y la escarcha cubría todos los árboles diseminados por aquí y allá, así como todos los peñascos, frondosidades y rocas. El Sol estaba ya muy bajo.

Si durante todo el día, dado el tono amarillento de la nieve, había sido dable observar sombras violáceas, ahora éstas se presentaban de un color azul intenso, conforme las superficies iluminadas reflejaban un amarillo saturado.

Cuando el Sol estaba próximo a ponerse y sus rayos, sumamente atenuados por los vahos, más espesos, teñían los ámbitos del más glorioso púrpura, el color

de las sombras se transformó en un verde que se parecía al verde mar por lo diáfano y a la esmeralda por lo hermoso. Este fenómeno cromático se intensificó cada vez más, al punto que me pareció estar en un mundo feérico, pues todo se había engalanado de esos dos colores vivos que se fundían en bellísima armonía, hasta que la puesta del Sol transformó esta gloria en un crepúsculo gris, que gradualmente cedió el paso a una luminosa noche de luna.

76. Uno de los casos más hermosos de sombras de color es dable observarlo en la época del plenilunio. Es posible equilibrar perfectamente la luz de la vela y el claro de luna y hacer que las dos sombras se proyecten con idéntica intensidad y nitidez, así que los dos colores están en equilibrio. Colóquese la pantalla en forma que el claro de luna dé de lleno en ella y un poco lateralmente, a una distancia prudencial, la vela ardiendo; si entonces se interpone delante de la pantalla un cuerpo opaco, se origina una doble sombra; aquella que es proyectada por la Luna e iluminada por la luz de la vela aparece de un vivo color amarillo rojizo, en tanto que la proyectada por la luz de la vela e iluminada por la Luna se presenta con un hermosísimo color azul. Allí donde las dos sombras coinciden y se funden en una sola, ésta es negra. La sombra amarilla no puede acaso ser representada más vivamente por otro método; la proximidad de la sombra azul y la sombra negra que se interpone realzan el hermoso espectáculo del fenómeno; más aún, si la mirada se fija largamente en la pantalla, el azul complementario realza a su vez el amarillo que complementa, exaltándolo hasta el amarillo rojizo, el que por su parte origina un color complementario, una especie de verde mar.

77. Corresponde señalar aquí que probablemente se requiere un determinado tiempo para producir el color complementario. Antes de que el color complementario se presente bien vivo, la retina debe quedar impresionada en regla por el que lo determina.

78. Los buzos, cuando están bajo el agua y los rayos solares se filtran adentro de su campana, perciben todo cuanto está iluminado en torno suyo de un color púrpura, fenómeno que se explicará más adelante, en tanto que las sombras aparecen verdes. Es decir, ellos comprueban en las profundidades del mar el mismo fenómeno que yo he presenciado en lo alto de una montaña (75), lo cual prueba que la Naturaleza se rige en todas partes por leyes uniformes.

79. Hablemos aquí de algunas experiencias y experimentos que se intercalan, por así decirlo, entre el capítulo relativo a las imágenes coloreadas y el que trata de las sombras coloreadas.

Si en invierno, al atardecer, se tapa la ventana de una habitación, por el lado interior, con una pantalla de papel blanco y se practica en dicha pantalla una

abertura a través de la cual se alcanza a ver el techo nevado de una casa vecina, al penetrar en la habitación la luz de una vela la nieve aparecerá, por la abertura, de color azul, toda vez que la luz de la vela comunica al papel un color amarillo. En este caso, la nieve vista a través de la abertura toma el lugar de una sombra iluminada por una contraluz o, si se quiere, de una imagen gris sobre fondo amarillo.

80. Véase, por último, el siguiente experimento muy interesante.

Si se hace reflejar en una lámina de vidrio verde de cierto espesor el crucero de una ventana, se lo ve doble; la imagen proveniente de la parte inferior del vidrio aparece verde y la derivada de la parte superior, que debería estar incolora, de color púrpura. *Lámina I*

El mismo experimento puede llevarse a cabo muy bien mediante un recipiente de fondo espejeante que pueda llenarse de agua. Si se vierte agua pura, se producen imágenes sin color; luego pueden producirse imágenes coloreadas tiñendo el agua.

VII. *Luces de poca intensidad*

81. La luz intensa aparece totalmente blanca, y produce esta impresión también en el grado máximo del deslumbramiento. La luz que no actúa con toda su intensidad puede asimismo, bajo distintas condiciones, presentarse sin color. Varios naturalistas y matemáticos han tratado de medir sus grados de intensidad: Lambert, Bouguer, Rumford.

82. Mas las luces de poca intensidad no tardan en acompañarse con un fenómeno cromático; se comportan como imágenes que desaparecen paulatinamente (39).

83. Cualquier luz impresiona la retina con una intensidad reducida cuando merma por cualquier causa su potencia o cuando la retina se vuelve incapaz de registrar debidamente la impresión luminosa. Estos fenómenos, que pudieran llamarse objetivos, deben tratarse en conexión con los colores físicos. Nos limitamos aquí a señalar el tránsito del hierro calentado al blanco a uno calentado al rojo. Por otra parte, la llama de la vela aparece, también de noche, más roja conforme aumenta la distancia que la separa del observador.

84. De noche, la llama de la vela, vista de cerca, aparece amarilla; lo demuestra también el efecto que ella produce sobre los demás colores: el amarillo pálido apenas se distingue, de noche, del blanco, el azul tira a verde y el rosa a anaranjado.

85. En el crepúsculo, la luz de la vela tiene en un todo el efecto de una luz amarilla, según demuestran claramente las sombras azules que determinan en la retina.

86. La retina puede ser irritada de tal modo por una luz intensa que se vuelve insensible a las luces de menor intensidad (11). En la medida en que las percibe, se le aparecen coloreadas; de ahí que la llama de la vela parece de día rojiza, como una luz que se va apagando; más aún, incluso de noche la llama de la vela, cuando se la mira fijamente durante algún tiempo, aparece cada vez más rojiza.

87. Hay, no obstante, luces de poca intensidad que impresionan la retina como una sensación blanca, a lo sumo amarilla clara; como el claro de luna. De la madera putrefacta hasta parece emanar una débil luz azul. Volveremos más adelante sobre todos estos fenómenos.

88. Si de noche se coloca una luz junto a una pared blanca o grisácea, ésta
Lámina I aparece iluminada, desde dicho centro, aun a considerable distancia. Si se mira desde cierta distancia el disco luminoso así originado, la circunferencia se presenta circuida de un halo amarillo con borde rojo, y echamos de ver que la luz, ya sea luz directa o reflejada, cuando no actúa sobre nuestra vista con su intensidad plena, nos causa una sensación de amarillo, de rojizo y, por último, de rojo. Aquí estamos en presencia del fenómeno que enlaza con los halos que de un modo u otro solemos ver alrededor de los puntos luminosos.

VIII. *Halos subjetivos*

89. Cabe distinguir entre halos subjetivos y objetivos. De estos últimos trataremos en relación con los colores físicos; aquí sólo corresponde hablar de los halos subjetivos, que se distinguen de los objetivos en que desaparecen si se tapa el objeto luminoso que los produce en la retina.

90. Hemos considerado más arriba la impresión de la imagen luminosa en la retina y que se agranda en la misma; mas su efecto no se detiene ahí. Actúa, no solamente como imagen, sino, más allá de su condición, como energía: se va ensanchando desde el centro hacia la periferia.

91. El hecho de que la imagen luminosa determina tal halo en nuestra retina queda demostrado con particular claridad en un cuarto obscuro, si se dirige la mirada hacia una abertura no muy grande practicada en el postigo de la ventana. En este caso la imagen iluminada aparece circuida de una claridad indefinida.

Veía yo tal claridad indefinida rodeada de un halo amarillo y amarillo rojizo cuando pasaba varias noches en un coche dormitorio y al amanecer abría los ojos.

92. Los halos se presentan más vivos cuando el ojo está descansado y sensible, como también sobre un fondo oscuro. Una y otra circunstancia son la causa de que los percibamos tan vivos cuando nos despertamos de noche y se nos acerca una luz. Se combinaban también cuando Descartes, tras de haber dormido sentado en la embarcación, percibió la luz circuida de vivos resplandores coloreados.

93. Sólo la luz moderada, que no deslumbra, produce un halo en la retina; por lo menos, no podríamos recibir los halos que rodearan una luz deslumbrante. Percibimos tal halo luminoso alrededor del Sol cuando vemos el astro reflejado en una superficie de agua.

94. Mirado de cerca, tal halo se presenta con un borde amarillo. Mas aquí tampoco se detiene el efecto enérgico, que parece que se propagara en círculos concéntricos.

95. Existen muchos casos que sugieren una acción circular de la retina, determinada por la esfericidad del ojo mismo y de sus distintas partes o por otros factores.

96. Cuando se ejerce sobre el ojo, desde el ángulo interior del globo, una presión, por leve que sea, se producen anillos luminosos de intensidad variable. A veces, de noche, es dable comprobar también sin presión alguna una sucesión de tales círculos, que se desarrollan unos de otros y se absorben unos a otros.

97. Hemos comprobado ya (88) un halo amarillo alrededor del área blanca iluminada por una fuente de luz colocada cerca. Aquí se trata de una modalidad de halo objetivo.

98. Cabe interpretar los halos subjetivos como un conflicto de la luz con un espacio viviente. Del conflicto de lo movente con lo movido nace un movimiento ondulatorio. El fenómeno puede compararse con los círculos que se observan en la superficie del agua cuando se arroja una piedra. Ésta desplaza el agua en todas direcciones, el efecto llega a su punto culminante, va decreciendo y desciende al punto más bajo y alcanza de nuevo un punto culminante; así se van repitiendo los círculos. Recuerde el lector los anillos concéntricos que se producen en un vaso lleno de agua cuando se trata de producir un sonido frotando el borde y las vibraciones intermitentes de las campanas que acaban de doblar, y tendrá una noción aproximada de lo que ocurre probablemente en la retina cuando la irrita

un objeto luminoso; sólo que, como el organismo viviente que es, le es inherente cierta tendencia a la reacción circular.

99. El halo que rodea la imagen luminosa es amarillo y se halla a su vez rodeado de un borde rojo, seguido de un halo verdoso que asimismo exhibe un borde rojo. Así parece que el fenómeno se presenta en todos los casos respecto a un tamaño determinado del objeto luminoso. Estos halos se agrandan conforme el observador se aleja de la imagen luminosa.

100. Mas los halos pueden aparecer en la retina también infinitamente pequeños y múltiples, cuando la causa determinante es pequeña, pero actúa poderosamente. Para este experimento se presta mejor una lentejuela de oro en que dé el sol. En tal caso los halos se presentan a modo de rayos coloreados. El fenómeno cromático que origina el sol en la retina cuando se filtra por el follaje parece ser del mismo carácter.

Los colores patológicos

Apéndice

101. Conocemos ahora los colores fisiológicos lo suficiente para distinguirlos de los patológicos. Sabemos qué fenómenos se relacionan con la visión normal y son necesarios para un perfecto funcionamiento vital y activo del órgano visual.

102. Los fenómenos patológicos sugieren asimismo el juego de leyes orgánicas y físicas; pues cuando un ser vivo específico se aparta del principio que lo rige evoluciona hacia la vida general, siempre con arreglo a alguna ley, poniendo en evidencia, en su trayectoria, las máximas de las que se ha originado el mundo y que aseguran su desenvolvimiento.

103. Consideremos ante todo un estado muy singular en que se encuentran los ojos de algunas personas. Comporta una desviación de la percepción cromática normal y por ende figura entre los estados patológicos; mas como presenta un cuadro típico, se da con relativa frecuencia, comprende a varios miembros de una familia y como probablemente es incurable corresponde considerarlo como mitad fisiológico mitad patológico.

104. He conocido a dos personas afectadas de este estado, ambas no mayores de veinte años de edad; una y otra tenían los ojos azules tirando a gris, aguda la visión próxima y a distancia, tanto con luz diurna como con luz artificial, y su percepción cromática concordaba esencialmente.

105. Designan como nosotros las sensaciones de blanco, negro y gris; el blanco lo perciben con absoluta pureza. En el negro creen percibir un asomo de marrón y en el gris uno de rojo. En un plano general, parecen poseer un sentido agudo de las graduaciones del claroscuro.

106. Al parecer comparten nuestra sensación de amarillo, amarillo rojizo y rojo amarillento, respectivamente; respecto al rojo amarillento dicen que el amarillo se les aparece como superpuesto al rojo. El carmín seco y compacto, extendido en platillo, lo califican de rojo.

107. Entonces, empero, surge una diferencia singular. Si con un pincel mojado se extiende el carmín en delgada capa sobre el platillo blanco, dichas personas confunden el tono claro del color que así se origina con el color del cielo y lo califican de azul. Si junto al platillo se les muestra una rosa, afirman asimismo que es azul, y en todos los experimentos que se hagan revelan una falta de capacidad para distinguir el celeste del rosa. Confunden el rosa, el azul y el violeta; dichos colores paracen diferenciarse para ellas únicamente en leves graduaciones de claridad e intensidad.

108. Además, no pueden distinguir el verde del anaranjado oscuro ni, particularmente, del marrón rojizo.

109. Si se libra al azar la interrogación y se limitan las preguntas a los objetos que estén a mano, uno se sume en una confusión extrema y queda completamente desconcertado; pero si se procede en forma un tanto metódica, se perfila la ley que rige esta anomalía.

110. Según se desprende de lo que antecede, dichas personas perciben una gama de colores más reducida que nosotros; de ahí que confunden distintos colores afirmando que el cielo es de color rosa y la rosa azul, o a la inversa. Plantéase entonces esta pregunta: ¿Ven tanto el cielo como la rosa de color azul o de color rosa? ¿Les parece anaranjado el verde o verde el anaranjado? *Lámina I*

111. Parece descorrerse el velo de este misterio si se supone que perciben, no azul, sino en su lugar un púrpura diluido, un color rosa, un rojo claro y puro. Por lo pronto, cabe figurarse esta solución simbólicamente como sigue:

112. Si eliminamos de nuestro círculo cromático el azul, nos faltan el azul, el violeta y el verde. El rojo puro toma el lugar de los dos colores mencionados en primer término y al entrar de nuevo en contacto con el amarillo produce, en vez del verde, otro anaranjado.

113. En base a esta explicación, hemos denominado tan singular desviación de la visión normal *acianoblepsia* y para una comprensión más cabal del fenómeno hemos trazado y coloreado varias figuras, como también un paisaje correspondiente a la forma cómo esas personas perciben probablemente la Naturaleza: el cielo rosado y todo el verde en una escala de tonalidades que va del amarillo hasta el marrón rojizo, más o menos tal como se nos aparece en otoño.

114. Vamos a hablar ahora de afecciones patológicas, así como morbosas, anormales y raras de la retina a raíz de las cuales ésta puede percibir, sin estímulo alguno de luz exterior, una sensación luminosa, dejando para más adelante la luz galvánica.

115. Si el ojo sufre un golpe parecen saltar chispas. Por otra parte, si en determinado estado físico, particularmente en momentos de hervor de la sangre y sensibilidad exacerbada, se ejerce sobre el ojo una presión leve que va en aumento, es dable producir una sensación de luz muy intensa, insoportable.

116. Las personas que han sido operadas de catarata, cuando el ojo les produce una sensación dolorosa y de calor, perciben con frecuencia relámpagos y chispas brillantes, fenómeno que a veces persiste por espacio de una o dos semanas, en todo caso mientras dure la sensación dolorosa y de calor.

117. Determinado paciente, cuando le dolía el oído, siempre percibía chispas y bolas de fuego mientras persistía el dolor.

118. Muchas personas afectadas de una enfermedad vermicular perciben fenómenos extraños, ora chispas de fuego, ora raras formas luminosas o bien figuras monstruosas, que les es imposible borrar de la retina. A veces también ven todo doble.

119. Los hipocondríacos ven con frecuencia figuras negras, como hilos, cabellos, arañas, moscas o avispas. Idénticos fenómenos se manifiestan en la catarata incipiente. Algunos ven tubitos semitransparentes, alas de insectos o burbujas de agua de diverso tamaño, que cuando se alza la vista desciende en el aire, a veces aparecen en forma de racimos cual huevos de rana o bien afectan la forma de esferas o de lentes.

120. Como allí la luz sin luz exterior, aquí se originan estas imágenes sin que medien imágenes exteriores. Se trata de un fenómeno pasajero en unos casos y persistentes en otros. A veces se asocia una sensación cromática; frecuentemente los hipocondríacos creen percibir bandas angostas de color rojo brillante, muchas veces con particular frecuencia e intensidad a la mañana o en ayunas.

121. Que cualquier impresión persiste durante algún tiempo en la retina es, como hemos visto, un fenómeno fisiológico (23); una persistencia excesiva, empero, puede clasificarse de patológica.

122. Cuando más débil es la vista, tanto más tiempo persiste la imagen en la retina. Ésta tarda en readaptarse, y cabe considerar el efecto como una especie de parálisis (28).

123. Esto nada tiene de extraño en el caso de imágenes deslumbrantes. Cuando se mira al Sol, la imagen acaso persista en la retina durante varios días. Boyle refiere un caso de diez años.

124. Lo mismo ocurre hasta cierto punto respecto a las imágenes no deslumbrantes. Busch cuenta una experiencia personal en que un grabado persistió con todos sus detalles en su retina por espacio de casi diecisiete minutos.

125. En el caso de varias personas propensas a calambres e hiperemia la imagen de un vestido de indiana de color rojo subido guarnecido con conchas blancas persistía en la retina durante muchos minutos a modo de un velo que cubría todo. Sólo tras restregarse los ojos durante largo tiempo lograban liberarse de esta sensación.

126. Sostiene Scheffer que la sensación de color púrpura determinada por un fuerte estímulo luminoso puede persistir por espacio de varias horas.

127. Del mismo modo que apretando el globo ocular es posible producir en la retina un fenómeno luminoso, la presión leve origina una sensación de rojo y se produce, por así decirlo, una luz que se va apagando.

128. Muchos enfermos, al despertarse, ven todo teñido del color de la aurora, como a través de un velo rojo; lo mismo suele pasarles cuando leen en horas de la noche, dormitan y vuelven en sí. La sensación persiste durante minutos y desaparece, acaso, cuando se restregan un poco los ojos. Preséntanse a veces estrellas y globos rojos. Esta sensación de rojo es susceptible de persistir durante largo tiempo.

129. Los aeronautas, particularmente Zambeccari y sus compañeros, afirman que a la altura máxima alcanzada por ellos la Luna aparecía roja como la sangre. Como se elevaron por encima de los vahos de la atmósfera terrestre que hacen que a veces la Luna y el Sol se nos presenten con dicho color, cabe suponer que este fenómeno forme parte de los colores patológicos. Pues es posible que a raíz

de la condición insólita los sentidos queden afectados en un grado tal que todo el cuerpo y, en particular, la retina, se sume en un estado de rigidez e insensibilidad; de modo que no puede descartarse la posibilidad de que el claro de luna aparezca como una luz sumamente atenuada y en consecuencia origine una sensación de rojo. A los aeronautas hamburgueses se les apareció también el Sol rojo como la sangre.

¿No cabe explicar también el fenómeno de que los aeronautas apenas se oyen unos a otros cuando se hablan por la insensibilidad de los nervios no menos que por el enrarecimiento del aire?

130. A veces los enfermos perciben los objetos también multicolores. Boyle refiere el caso de una señora que tras una caída en que se contusionó un ojo vio los objetos, particularmente los blancos, teñidos de colores vivos, de una intensidad fracamente insoportable.

131. En el caso de enfermedades típicas, particularmente de la vista, los pacientes aseguran a veces que perciben zonas coloreadas en los contornos de las imágenes, allí donde la claridad linda con la oscuridad. Probablemente se opera en los humores una alteración que determina la anulación de su acromatismo.

132. Las personas afectadas de catarata, esto es, de opacidad del cristalino, perciben un resplandor rojo. En un caso así, que fue tratado mediante la electricidad, el resplandor rojo se transformó gradualmente en otro amarillo y finalmente en uno blanco y el paciente recobró la facultad de distinguir los objetos; de lo cual cabía inferir que la opacidad del cristalino evolucionaba hacia la transparencia. Este fenómeno quedará explicado cómodamente en cuanto estudiemos más de cerca los colores físicos.

133. Si es lícito suponer que las personas que sufren de ictericia ven a través de un humor efectivamente teñido de amarillo, no encontramos en el terreno de los colores químicos y resulta evidente que para comprender cabalmente los colores patológicos hemos de compenetrarnos antes de la teoría de los colores; por lo tanto nos detenemos ahí, para volver más tarde sobre lo que acabamos de esbozar.

134. Consignemos aún, desde ahora, algunas disposiciones peculiares de la vista.

Hay pintores que en vez de reproducir el color natural extienden sobre el cuadro un tono general, cálido y frío. Así también, algunos evidencian una preferencia por determinados colores, otros una falta de sentido de la armonía.

135. Por último, es digno de notar que los pueblos primitivos, las personas incultas y los niños suelen mostrar una marcada predilección por los colores vistosos; que hay animales que se enfurecen a la vista de determinados colores y que las personas cultas evitan en el vestir y por lo demás los colores vistosos.

CAPÍTULO II

LOS COLORES FÍSICOS

136. Denominamos colores físicos a aquellos cuya producción requiere determinados medios materiales, que sin embargo pueden ser incoloros y transparentes, traslúcidos u opacos. De modo que tales colores son producidos en nuestra retina por determinadas causas exteriores o, si ya existen de un modo u otro fuera del ojo, reflejados en ella. Si bien ya en razón de esta circunstancia les atribuimos una especie de objetividad, en general se caracterizan por el hecho de que son pasajeros y no pueden ser fijados.

137. De ahí que los naturalistas de tiempos pasados les llamaban *colores apparentes, fluxi, fugitivi, phantastici, falsi, variantes.* Al mismo tiempo los calificaban de *speciosi* y *emphatici,* por su magnificencia extraordinaria. Se vinculan con los colores fisiológicos y parecen ser sólo un poco más reales que éstos. Pues si respecto a los colores fisiológicos actúa esencialmente el órgano visual y podemos representar sus fenómenos sólo dentro de nosotros, no fuera de nosotros, aquí, si bien se da también el caso de objetos incoloros que determinan en la retina sensaciones cromáticas, también podemos sustituir nuestra retina por una superficie sin color y percibir en ella, fuera de nosotros, el mismo fenómeno y todas las experiencias demuestran del modo más concluyente que aquí no se trata de colores dados de antemano, sino de colores que se desarrollan y modifican.

138. De ahí que en el caso de los colores físicos podemos juxtaponer al fenómeno subjetivo otro objetivo y penetrar con frecuencia, gracias a la combinación de los mismos, en la naturaleza del proceso.

139. De modo que en el caso de las experiencias ligadas a la percepción de los colores físicos, lejos de considerar una actuación autónoma del órgano visual y encarar la luz en relación inmediata con él, nos interesa primordialmente dilucidar cómo medios, medios sin color, dan origen a condiciones diferentes.

140. La luz es susceptible de quedar condicionada bajo tales circunstancias de tres modos diferentes, a saber: cuando la refleja la superficie de un medio, caso que cae bajo el dominio de los experimentos *catóptricos;* cuando en su viaje pasa rasando el contorno de un medio, caso que origina los fenómenos denominados en un tiempo *periópticos,* pero que nosotros llamamos *parópticos;* y cuando atraviesa un cuerpo transparente o traslúcido, caso que comprende los experimentos *dióptricos.* Hemos denominado *epóptica* una cuarta modalidad de colores físicos, en que el fenómeno se manifiesta bajo diversas condiciones, de improviso, en la superficie incolora de un cuerpo.

141. Si consideramos esta clasificación en el sentido de las categorías fundamentales preferidas por nosotros, según las cuales agrupamos los colores desde el punto de vista fisiológico, físico y químico, encontramos que los colores catóptricos se aproximan mucho a los fisiológicos, los parópticos ya están un poco más distanciados de ellos, los dióptricos se revelan en un todo físicos y exhiben un aspecto marcadamente objetivo, en tanto que los epópticos, aunque en sus comienzos tan sólo aparentes, enlazan con los colores químicos.

142. Si nos guiase el propósito de encauzar nuestra exposición por los derroteros que señala la Naturaleza, bastaría con seguir también en adelante el orden que acabamos de señalar; sin embargo, como la finalidad de una exposición didáctica es, no tanto vincular sino más bien separar lo que se expone, para que sólo al final, tratado todo lo particular, una visión de conjunto englobe las partes, pasamos inmediatamente a estudiar los colores dióptricos, para introducir al lector lo antes posible en el mundo de los colores físicos y darle una idea más cabal de sus propiedades.

IX. *Los colores dióptricos*

143. Llámanse colores dióptricos aquellos cuya producción requiere un medio incoloro a través del cual la luz y la oscuridad obran o sobre la retina o sobre las superficies que se interpongan. Se requiere, pues, que el medio sea transparente o, cuando menos traslúcido.

144. En base a estas premisas, dividimos los fenómenos dióptricos en dos clases, o sea los originados por medios traslúcidos y aquellos que se manifiestan cuando el medio acusa un grado máximo de transparencia.

X. *Los colores dióptricos de la primera clase*

145. El espacio, concebido como un vacío, se nos antoja transparente. Si se llena en forma que nuestros ojos no se dan cuenta de ello, se origina un medio material más o menos físico, transparente, que puede ser aeriforme o gaseoso, líquido o bien sólido.

146. La turbiedad pura, traslúcida, se deriva de la transparencia, de modo que puede a su vez manifestarse bajo las tres formas citadas.

147. La turbiedad absoluta es el blanco, que es el elemento más neutro y claro que llena el espacio, el primer elemento opaco.

148. Lo transparente, empíricamente considerado, es el primer grado de lo turbio iniciando la gama infinita de la turbiedad que va hasta el blanco opaco.

149. Cualquier grado de turbiedad, relacionado con el claroscuro, da lugar a fenómenos simples y complejos.

150. La luz más enérgica posible, como la del sol o del fósforo, cuando arde en la atmósfera vital, se presenta deslumbrante e incolora. Así, también la luz que emiten las estrellas fijas llega hasta nuestra retina, en general, sin color. Mas esta misma luz, vista a través de un medio siquiera levemente enturbiado, aparece amarilla. Conforme aumenta la turbiedad de dicho medio, o bien su volumen, la luz toma paulatinamente una coloración roja amarillenta, que acaba por exaltarse hasta transformarse en color de rubí.

151. En cambio si se ve la tiniebla a través de un medio turbio iluminado por una luz que da en él, percibimos un color azul, que se vuelve cada vez más claro y pálido conforme aumenta la turbiedad del medio, pero tanto más oscuro y saturado cuanto más transparente puede hacerse el medio turbio y en el grado máximo de la turbiedad pura impresiona la retina como un hermosísimo violeta.

152. Si este efecto se opera, del modo descrito, en nuestra retina y en consecuencia cabe ser calificado de subjetivo, hemos de enterarnos de él aún más en base a fenómenos objetivos. Pues semejante luz atenuada y enturbiada proyec-

ta sobre los objetos un halo amarillo, rojo amarillento o purpúreo; y si bien el efecto que el medio turbio produce sobre la tiniebla no se manifiesta con idéntica claridad, el cielo azul aparece en el cuarto oscuro distintamente en papel blanco al lado de cualquier otro color material.

153. Al considerar ahora los casos en que se manifiesta tan importante fenómeno fundamental, corresponde mencionar en primer lugar los colores atmosféricos, que en su mayoría se originan en él.

154. Visto a través de la neblina, el sol se presenta como un disco amarillento. Muchas veces el centro aparece aún de un color amarillo saturado, en tanto los bordes ya son rojos. Cuando las condiciones atmosféricas son tales como en el sur en los días de *scirocco,* el sol aparece de color de rubí, como también las nubes que en este caso suelen rodearlo, las que reflejan dicho color.

El arrebol matutino y el vespertino reconocen el mismo origen. Anúnciase el sol por resplandores rojos brillantes a través de los vahos. Conforme el astro sube en el horizonte, su brillo se vuelve más claro y amarillo.

155. Cuando las tinieblas del especio infinito son vistas a través de vahos atmosféricos iluminados por la luz diurna, aparece el color azul. En las altas cumbres del cielo se presenta de día de color añil, porque sólo pocos vahos tenues flotan delante del tenebroso espacio infinito; en cuanto se baja a los valles, el añil se vuelve más claro, hasta que, en determinadas regiones y conforme aumentan los vahos, se transforma en un color azul blancuzco.

156. Del mismo modo, las montañas aparecen azules; vistas desde una distancia tal que ya no percibimos los colores locales y ninguna luz proveniente de su superficie obra ya sobre nuestra retina, se convierten en meros objetos oscuros que los vahos turbios que se interponen tiñen de azul.

157. Asimismo, las partes sombreadas de los objetos más próximos aparecen de color azul cuando el aire está saturado de vahos tenues.

158. Los témpanos de hielo, en cambio, aun a gran distancia aparecen blancos y más bien amarillentos, pues también a través de los vahos determinan en nuestra retina una sensación de claridad.

159. El fenómeno azul que percibimos en la base de la llama de la vela
Lámina I obedece a la misma causa. Si se mira la llama sobre un fondo blanco, no se percibe ni asomo de azul; mas este color aparece en seguida si se la mira sobre un fondo negro. En la llama de alcohol ardiendo es donde el fenómeno se presenta

con particular viveza. De modo que cabe considerar la base de la llama como un vaho que, por más que infinitamente tenue, se torna visible sobre el fondo oscuro; tan tenue es que puede leerse sin dificultad a través de él. La punta de la llama, en cambio, que oculta a la vista los objetos, ha de tenerse por un cuerpo que brilla con luz propia.

160. Por lo demás, el humo también debe considerarse como un medio turbio que sobre un fondo claro aparece amarillo o rojizo y sobre uno oscuro, de color azul.

161. Considerando ahora los medios líquidos, comprobamos que toda agua levemente enturbiada produce el mismo efecto.

162. La infusión del palo nefrítico (guilandina Linnaei), que antes causara tanta sensación, no es sino un líquido turbio que en el oscuro vaso de madera aparece desde luego azul y en un vaso transparente, mirado al sol, de color amarillo.

163. Con algunas gotas de agua perfumada, de barniz de alcohol y de algunas soluciones metálicas pueden comunicarse al agua todos los grados de turbiedad que se deseen para la realización de tales experimentos. El medio más eficaz es acaso el espíritu de jabón.

164. Con el sol radiante los buzos ven el fondo del mar teñido de púrpura, actuando el agua del mar a modo de un medio turbio y profundo. Al mismo tiempo, las sombras aparecen verdes, esto es, del color complementario (78).

165. Entre los medios sólidos se destaca ante todo el ópalo, cuyos colores se explican, por lo menos en parte, por el hecho de que en definitiva es un medio turbio, así que se perciben ora fondos claros ora fondos oscuros.

166. Mas para todos los experimentos el vidrio opalino *(vitrum astroides, girasole)* es el medio más adecuado. Se lo fabrica por diversos procedimientos comunicándole la turbiedad, mediante cal metálica. También se enturbia el vidrio fundiendo con él huesos pulverizados y calcinados; pero este tipo de vidrio se vuelve opaco con excesiva facilidad.

167. Puede prepararse este vidrio en diversas formas para la experimentación. O se le comunica una turbiedad leve, pudiendo llevarse en este caso la luz, a través de varias capas superpuestas del amarillo más claro hasta el púrpura más subido; o bien se emplean láminas de vidrio enturbiado de diverso espesor. Ambos procedimientos son adecuados; mas para lograr el azul subido el vidrio no

debe ser ni muy turbio ni muy espeso, pues como la tiniebla actúa desde luego sólo débilmente a través de la turbiedad, ésta, si se condensa demasiado, se transforma en blanco.

168. El paño de los vidrios de las ventanas proyecta un halo amarillo sobre los objetos, y los sitios empañados aparecen azules si a través de ellos miramos un objeto oscuro.

169. El vidrio ahumado también ha de considerarse como un medio turbio. El sol, visto a través de él, aparece, más o menos, de color de rubí; si bien pudiera atribuirse este fenómeno al color marrón negruzco del hollín, uno puede convencerse de que aquí actúa un medio turbio mirando tal vidrio moderadamente ahumado, con la cara iluminada por el sol, sobre un objeto oscuro; es dable ver, entonces, un halo azulado.

170. Con hojas de pergamino puede llevarse a cabo, en el cuarto oscuro, un experimento notable. Si se fija un pergamino sobre una abertura practicada en el postigo iluminado por el sol, aparece blancuzco; si se agrega otro, se torna amarillento, color que se exalta y paulatinamente se transforma en rojo conforme se van agregando hojas.

171. Ya se ha hablado del efecto similar que en las personas afectadas de catarata produce la opacidad del cristalino (132).

172. Habiendo llegado, por este camino, al efecto de una turbiedad casi opaca, nos resta consignar un caso muy curioso de enturbiamiento instantáneo.

Un artista que sabía manipular con particular habilidad los colores, había pintado, hacía algunos años, el retrato de un reputado teólogo, que mostraba al venerable caballero vestido con una lustrosa levita de pana, la que casi en mayor grado aun que el rostro atraía la mirada del espectador y suscitaba su admiración. Sin embargo, el humo y el polvo despojaron el retrato poco a poco de gran parte de su frescura, por lo cual fue entregado a un pintor para que lo limpiara y lo cubriera con un nuevo barniz. El pintor comienza por lavar el cuadro cuidadosamente con una esponja mojada; pero no bien la ha pasado algunas veces y removido parte de la suciedad, comprueba, estupefacto, que la levita de pana negra parece de pronto otra de felpa azul claro comunicando al sacerdote un aire muy mundano, aunque anticuado. El pintor no se atreve a seguir con el lavado; no concibe que al fondo del más puro negro pueda haber un azul claro, y menos que a poco de frotar pueda haber removido el barniz que presuntamente había transformado este azul en negro.

En una palabra, quedó muy alarmado por haber arruinado así el retrato, en el cual ya no se descubría nada que sugiriera la condición de clérigo del retratado,

como no fuese la peluca redonda y cuajada de rizos. El mal parecía incurable y nuestro buen artista, malhumorado, colocó el cuadro contra la pared y se acostó presa de honda pesadumbre.

A la mañana siguiente, cuál no sería su alegría al ocuparse de nuevo del cuadro y ver la levita de pana negra restaurada en toda su magnificencia anterior. No pudo resistir a la tentación de mojarla nuevamente en un extremo, y he aquí que volvió a aparecer el color azul, para desaparecer al cabo de un tiempo.

Cuando me enteré de este fenómeno, fui inmediatamente a ver el cuadro prodigio. En mi presencia se pasó una esponja mojada y no tardó en sobrevenir la alteración; vi una levita de felpa algo descolorida, pero evidentemente de color celeste, en cuyas mangas algunos trazos de color marrón sugerían las arrugas.

Expliqué este fenómeno en base a la teoría de los medios turbios. El artista cubriría el color negro pintado, para saturarlo, con un barniz especial, que al ser lavado absorbió alguna humedad y así se volvió turbio, de modo que el negro subyacente apareció inmediatamente de color azul. Acaso las personas que trabajan con barnices encuentren por azar o meditando sobre el problema el medio de demostrar tan singular fenómeno experimentalmente a los amigos de las ciencias naturales. No obstante repetidas tentativas, yo no lo he logrado.

173. Hemos derivado, pues, los casos más notables de fenómenos atmosféricos, así como otros, no por menos conspicuos insignificantes, de la experiencia fundamental referente a los medios turbios y no dudamos de que los amantes de la Naturaleza pasarán más allá y se ejercitarán en derivar y explicar en la misma forma los múltiples fenómenos que se dan en la vida; como también esperamos que los naturalistas no se darán tregua hasta idear algún medio de demostrar tan notables experiencias a las personas ansiosas de acrecentar el caudal de sus conocimientos.

174. No vacilamos en calificar esa experiencia fundamental consignada, en términos generales, de fenómeno básico y primario. Séanos permitido explicar a renglón seguido lo que entendemos por tal concepto.

175. Nuestra experiencia consiste en su mayor parte en casos que, a poco que ahondemos en ellos, podemos dividir en categorías empíricas. Estas se subordinan, a su vez, a categorías científicas, de alcance aun mayor, que nos proporcionan un conocimiento más íntimo de ciertas premisas del mundo fenoménico. A partir de aquí todo se subordina a principios y leyes superiores que no se revelan, empero, a través de palabras e hipótesis, a la razón, sino una vez más a través de fenómenos a la percepción sensible. Les llamamos *fenómenos primarios,* porque de un lado no hay en el mundo fenoménico nada superior a ellos, y del otro, porque desde ellos puede descenderse gradualmente, tal como hemos ascendido hacia

ellos, hasta el caso más subalterno de la experiencia diaria. Tal fenómeno primario es el que hemos expuesto hasta aquí. Vemos, de un lado, la luz, la claridad, y del otro, las tinieblas, la oscuridad; intercalamos entre ellas la turbiedad, y de estos contrastes, con ayuda de dicho intermediario, se desarrollan, asimismo en contrastes, los colores, los cuales, en virtud de su correlación, sugieren, sin embargo, inmediatamente, una unidad superior.

176. En este sentido, opinamos que los naturalistas han caído en un error muy grave al colocar un fenómeno derivado más alto que el fenómeno primario y hasta poner el fenómeno derivado al revés considerando lo compuesto simple y lo simple compuesto, tergiversación que ha introducido en las ciencias naturales las más curiosas confusiones y enredos, de los cuales se resienten todavía.

177. Mas aunque se haya dado con un fenómeno primario, resulta que nos negamos a reconocerlo como tal; que más allá y por encima de él buscamos algo más y nos resistimos a admitir que marca el límite de la percepción sensible. Si el naturalista se abstiene de tocar a la inmutabilidad y magnificencia eternas de los fenómenos primarios y el filósofo los incorpora a su esfera, comprobarán que no los casos individuales, las categorías, conceptos e hipótesis generales, sino los fenómenos básicos y primarios le ofrecen un material digno para un tratamiento ulterior.

XI. *Los colores dióptricos de la segunda clase. La refracción*

178. Los colores dióptricos de las dos clases se ligan estrechamente entre sí, según veremos en seguida. Los de la primera clase se han presentado en el campo de los medios turbios; los de la segunda han de manifestarse en los medios transparentes. Mas como todo lo empíricamente transparente es, en sí, ya un grado de turbiedad, según lo demuestra todo aumento de densidad de un medio llamado transparente, es evidente la íntima afinidad de las dos modalidades.

179. Mas por lo pronto, al considerar ahora los medios transparentes, dejamos de lado la turbiedad inherente a ellos y concentramos nuestra atención en el fenómeno vinculado a ellos que se conoce con el nombre de refracción.

180. Ya en ocasión de los colores fisiológicos hemos rehabilitado lo que se ha dado en llamar ilusiones ópticas explicando que se trataba de actividades del órgano visual sano y normal (2); aquí corresponde una vez más tomar la defensa de los sentidos y afirmar su funcionamiento adecuado.

181. En todo el mundo sensible, todo depende, en definitiva, de la relación que guardan entre sí los objetos, sobre todo de la que existe entre el hombre, el objeto terreno más importante, y los demás. Así el mundo se divide en dos partes y el hombre se enfrenta como sujeto con el objeto. Aquí es donde el hombre práctico se afana en la experiencia y al pensador en la especulación, llamados a librar una lucha a la que ninguna paz ni decisión han de poner término jamás.

182. Mas también en este terreno lo principal es siempre que se adquiera una noción plena de las relaciones. Como nuestros sentidos, siempre que sean sanos, expresan del modo más cabal las relaciones exteriores, podemos convencernos de que en todos los casos en que parecen contradecir a la realidad indican tanto más cabalmente la verdadera situación. Así, por ejemplo, lo distante se nos aparece de tamaño pequeño, y precisamente esta circunstancia nos proporciona la noción de la distancia. En objetos incoloros hemos producido por medios sin color fenómenos cromáticos siendo referidos, al mismo tiempo, a los grados de turbiedad de tales medios.

183. Del mismo modo, nuestra vista se entera, en ocasión del estudio de la refracción, de los distintos grados de densidad de los medios transparentes y aun de otras propiedades físicas y químicas de los mismos, que nos incitan a llevar a cabo otros experimentos encaminados a descifrar totalmente, por medios físico-químicos, los misterios ya en parte revelados.

184. Los objetos, vistos a través de medios más o menos densos, no aparecen en el lugar en que debieran estar con arreglo a las leyes de la perspectiva. En esto estriban los fenómenos dióptricos de la segunda clase.

185. Las leyes de la visión susceptibles de ser expresadas en fórmulas matemáticas enuncian que así como la luz viaja en línea recta, puede trazarse una recta entre el órgano visual y el objeto percibido. De modo que si la luz llega hasta nuestra retina siguiendo una trayectoria curva o quebrada, así que vemos los objetos de una línea curva o quebrada, tal hecho nos indica que los medios interpuestos han cobrado mayor densidad: que han asumido esta o aquella naturaleza extraña.

186. Esta desviación de la ley de la visión rectilínea se llama en general refracción y si bien nos consta que la conocen nuestros lectores, vamos a esbozarla bajo sus dos aspectos, el objetivo y el subjetivo.

187. Si se dispone un recipiente cúbico vacío en forma que los rayos solares den en él oblicuamente iluminado tan sólo la pared opuesta a la luz, no el fondo,

y luego se vierte agua en dicho recipiente, la dirección de los rayos con respecto de él cambia inmediatamente; la luz se retira e ilumina también parte del fondo. En el punto donde los rayos solares penetran ahora en el medio más denso, se desvían de su trayectoria rectilínea y parecen quebrarse. He aquí lo que nos enseña el experimento objetivo.

188. A la experiencia subjetiva llegamos como sigue: Si reemplazando el sol por nuestra vista miramos por nuestra parte oblicuamente por encima de una de las paredes del recipiente, así que vemos toda la cara interna de la pared opuesta, pero no el fondo, y vertemos agua en el recipiente, vemos de pronto también parte del fondo, y eso que creemos dirigir la visual todavía en línea recta; el fondo parece que se hubiera elevado hacia nosotros, por lo cual designamos este fenómeno subjetivo con el nombre de elevación. Más adelante trataremos de algunos detalles particularmente curiosos al respecto.

189. Expresando ahora este fenómeno en términos generales, cabe repetir aquí lo que hemos insinuado más arriba: la relación mutua de los objetos experimenta un cambio, un desplazamiento.

190. Mas como en la presente exposición hemos de separar los fenómenos objetivos de los subjetivos, expresamos el fenómeno, por lo pronto, subjetivamente diciendo que se opera un desplazamiento de lo visto a lo que ha de verse.

191. Ahora bien, lo visto ilimitadamente puede desplazarse sin que reparemos en el efecto. En cambio cuando se desplaza lo visto limitadamente, podemos darnos cuenta del desplazamiento. De modo que si queremos enterarnos de tal cambio de posición, tendremos que atenernos primordialmente al desplazamiento de lo visto limitadamente, de la imagen.

192. Este efecto puede ser producido por medios de caras paralelas, pues todo medio limitado por caras paralelas desplaza el objeto y hasta lo acerca perpendicularmente a la visual; mas el desplazamiento provocado por medios de caras no paralelas acusa relieves mayores.

193. Estos medios pueden ser esferas o bien lentes convexas o cóncavas. Nosotros también nos servimos de ellas para nuestros experimentos; pero como no solamente desplazan la imagen, sino que también la modifican en más de un respecto, preferimos medios cuyas caras, si bien no son paralelas, sí son planas, o sea prismas de base triangular, que ciertamente pueden considerarse también como parte de una lente, pero se prestan mejor para nuestros experimentos porque desplazan mucho la imagen, pero sin modificarla considerablemente.

194. Para recoger nuestras experiencias con la mayor exactitud posible y prevenir toda confusión consideramos primero los

experimentos subjetivos,

o sea, aquellos en que el experimentador mira el objeto a través de un medio refringente. Verificados uno por uno estos experimentos, llevaremos a cabo, en el mismo orden, los objetivos.

XII. *La refracción acromática*

195. La refracción puede operarse sin dar lugar a un fenómeno cromático; por más que se desplace lo visto ilimitadamente, una superficie incolora o monocromática, no se origina en ella color alguno. Cabe convencerse de esto por diversos métodos.

196. Si colocamos un cubo de vidrio sobre una superficie y lo miramos perpendicular u oblicuamente, la superficie aparece elevada hacia nosotros, pero no percibimos ningún color. Si se mira a través del prisma un cielo gris o de color azul puro, una pared blanca o coloreada pura, la parte de la superficie en que se ha fijado la mirada aparece muy desplazada, sin que se perciba, sin embargo, fenómeno cromático alguno.

XIII. *Las condiciones del fenómeno cromático*

197. Si en los experimentos y observaciones precedentes hemos encontrado todas las superficies puras, ya fueran grandes o pequeñas, sin color, en los contornos, donde tal superficie linda con un objeto más claro o más oscuro, sí percibimos un fenómeno cromático.

198. De la combinación de contorno y superficie nacen imágenes. De modo que formulamos la experiencia fundamental como sigue: El fenómeno cromático presupone el desplazamiento de imágenes.

199. Si tomamos la imagen más simple, un disco claro sobre fondo oscuro, (A), y lo desplazamos ampliándolo, esto es, aumentando aparentemente su radio desde el centro, lo que puede hacerse mediante cualquier vidrio convexo, percibimos un contorno azul (B). *Lámina II*

200. Puede hacerse replegar aparentemente hacia el centro la circunferencia de esta misma imagen reduciendo el diámetro del disco; en tal caso el contorno

aparece amarillo (C). Se consigue esto mediante un vidrio cóncavo, que sin embargo ha de tener un espesor regular. Para poder llevar a cabo este experimento en combinación con el otro a base del vidrio convexo, basta con marcar dentro del disco claro sobre fondo negro un disco negro más pequeño; pues ampliar mediante un vidrio convexo del disco negro sobre fondo blanco viene a ser lo mismo que reducir un disco blanco, toda vez que se acerca el contorno negro al blanco. Se percibe, pues, entonces, simultáneamente el contorno amarillento y el azul (D).

201. Estas dos sensaciones, la amarilla y la azul, se presentan al lado y encima del blanco. En cuanto abarcan el negro toman una totalidad rojiza.

202. Pónense de manifiesto, así, en ocasión de la refracción, los fenómenos fundamentales ligados a todas las sensaciones cromáticas; claro que son susceptibles de múltiple repetición, variación, intensificación, degradación y combinación, pero en última instancia siempre puede ser restablecido su carácter simple primitivo.

203. Si analizamos la operación que hemos llevado a cabo, encontramos que en un caso hemos opuesto aparentemente el contorno claro a la superficie oscura y en el otro el contorno oscuro a la superficie clara, desplazado lo uno por lo otro, superpuesto lo uno a lo otro. Vamos a puntualizar una por todas las experiencias.

204. Si se desplaza el disco claro, como puede hacerse con particular facilidad mediante prismas, se colorea en el sentido de la dirección en que se mueve aparentemente, satisfaciendo las leyes correspondientes. Quien a través de un prisma mira el disco que se encuentra en *a,* en forma que parezca desplazado a *b,* ve el contorno superior, de acuerdo con la ley de la figura B, azul y azul rojizo y el inferior, con arreglo a la ley del disco C, amarillo y amarillo rojizo. Pues en aquel caso la imagen clara se superpone aparentemente al contorno oscuro y en éste el contorno oscuro a la imagen clara. Lo mismo ocurre si se desplaza el disco de *a* a *c,* de *a* a *d* y así, aparentemente, en círculo.

205. Las mismas leyes que rigen el efecto simple se aplican también al efecto compuesto. Si a través del prisma transversal *a b* se mira un disco blanco que a alguna distancia de él se encuentra en *e,* el disco aparece levantado a *f* y se presenta coloreado de acuerdo con la ley citada. Si luego se deja a un lado el prisma y se mira la misma imagen a través de un prisma vertical *c d,* el disco se presenta en *h* y aparece coloreado con arreglo a la misma ley. Si finalmente se procede a superponer los dos primas el uno al otro, de acuerdo con una ley natural universal el disco aparece desplazado y coloreado en diagonal, en consonancia con la dirección *e g.*

206. Si nos fijamos bien en estos contornos coloreados opuestos del disco, comprobamos que sólo se originan en el sentido de la dirección de su desplazamiento aparente. La imagen circular no resulta muy instructiva al respecto; la cuadrada en cambio nos permite formarnos una idea cabal acerca del fenómeno.

207. La imagen cuadrada *a,* desplazada en la dirección *a b* o *a d,* no toma ninguna coloración en los lados paralelos a esta trayectoria, en tanto que en la dirección *a c,* como que la imagen se desplaza en su propia diagonal, todos los contornos de la imagen aparecen coloreados.

208. Queda confirmado, pues, el aserto (203 y s.) de que la imagen debe ser desplazada en forma que su contorno claro parezca superponerse al oscuro, el contorno oscuro al claro, la imagen a su contorno, y el contorno a la imagen. Mas si los contornos rectilíneos de una imagen se mueven por refracción sólo paralelamente, sin superponerse unos a otros, no originan colores, aunque se desplazasen hasta el infinito.

XIV. *Las condiciones en que se intensifica el fenómeno cromático*

209. Hemos visto que todo fenómeno cromático a que da lugar la refracción tiene su origen en el hecho de que el contorno de una imagen se desplaza hacia adentro de ella o por sobre el fondo; de que la imagen se superpone aparentemente a sí misma o al fondo. Resulta que conforme aumenta el grado de desplazamiento de la imagen se intensifica el fenómeno cromático, en condiciones que nos revelan los experimentos subjetivos, que estamos considerando todavía. *Láminas II y II a*

210. Primera, si un medio de caras paralelas es mirado más oblicuamente.

Segunda, si las caras del medio ya no son paralelas, sino forman un ángulo más o menos agudo.

Tercera, si aumentan las dimensiones del medio, ya se trate de un aumento de volumen de un medio de caras paralelas o de una mayor abertura del ángulo, pero siempre inferior a los noventa grados.

Cuarta, si el ojo, junto con el medio refringente, se aleja de la imagen a desplazarse.

Quinta, por una propiedad química que, comunicada al vidrio, pueda ser intensificada en él.

211. El desplazamiento más pronunciado de la imagen, sin que ésta se altere considerablemente, se logra mediante prismas, circunstancia a que se debe el que los vidrios prismáticos son susceptibles de producir un fenómeno cromático suma-

mente vivo. Mas al hacer uso de ellos no nos dejaremos deslumbrar por tan magníficos fenómenos, sino que mantendremos nuestra atención serenamente fija en los comienzos simples consignados más arriba.

212. El color que al desplazarse una imagen le precede es siempre el más ancho y lo denominamos *limbo*; el que permanece aferrado al contorno es más estrecho y lo designamos con el nombre de *borde*.

213. Si desplazamos un contorno oscuro hacia la claridad, precede el limbo amarillo y el borde amarillo rojizo sigue a la par del contorno. Si desplazamos un contorno claro hacia la oscuridad, precede el limbo violeta y sigue el borde azul.

214. Si la imagen es grande, su parte media no toma ninguna coloración y ha de considerarse como una superficie no limitada que se desplaza, pero no se altera. En cambio, si la imagen es tan angosta que en las cuatro condiciones arriba consignadas, el limbo amarillo puede llegar hasta el borde azul, la parte media se colorea totalmente. Si se hace el experimento con una banda blanca sobre fondo negro, los dos extremos no tardarán en unirse encima de ella produciendo el verde. Se percibe entonces la siguiente serie de colores:

rojo amarillento
amarillo
verde
azul
rojo azulado

Lámina II a

215. Si se dispone una banda negra sobre fondo blanco, el limbo violeta se le superpone y llega hasta el borde amarillo rojizo; queda anulado el negro intermedio, como en el caso anterior el blanco intermedio, y en su lugar aparece un magnífico rojo puro, que muchas veces ya hemos designado con el nombre de púrpura. Entonces, la serie de colores es la siguiente:

azul
rojo azulado
púrpura
rojo amarillento
amarillo

216. En el primer caso (214), el amarillo y el azul son susceptibles de superponerse de tal modo el uno al otro que de su combinación resulta un verde y el fenómeno cromático se presenta como sigue:

rojo amarillento
verde
rojo azulado

En el segundo caso (215), se perciben bajo circunstancias parecidas únicamente:

azul
púrpura
amarillo

217. Hay que tener presente en todo momento que no se trata nunca de un fenómeno acabado, sino siempre de uno susceptible de desarrollo y crecimiento que puede ser determinado en más de un respecto. De ahí que al negarse las citadas cinco condiciones (210) vuelve a decrecer gradualmente y termina por desaparecer.

XV. *Explicación de los fenómenos consignados*

218. Antes de proseguir con nuestra exposición, hemos de derivar, o si se quiere, explicar los fenómenos consignados, que son más bien simples, a base de lo que hemos expuesto más arriba, para que el amigo de la Naturaleza pueda formarse una idea cabal de los fenómenos siguientes más complejos.

219. Ante todo, tengamos presente que recorremos el mundo de las imágenes. En un plano general, en la visión es siempre lo visto limitadamente lo que atrae primordialmente nuestra atención; en el caso que nos ocupa, esto es, los fenómenos cromáticos a que da lugar la refracción, sólo entra en consideración lo visto limitadamente, la imagen.

220. Para los fines de nuestras representaciones cromáticas podemos clasificar las imágenes en *primarias* y *secundarias*. El significado de estos términos es evidente y lo que se expone a continuación lo hará resaltar aún más claramente.

221. Cabe considerar las imágenes primarias, ante todo, como *originales,* como imágenes que el objeto presente produce en nuestra retina demostrándonos así su existencia efectiva, en oposición con las secundarias, que son imágenes *derivadas* que, removido el objeto, persisten en la retina, esto es, esas imágenes virtuales y complementarias de las cuales hemos tratado detalladamente al hablar de los colores fisiológicos.

222. Cabe considerar las imágenes primarias también como imágenes *directas* que el objeto origina en forma inmediata en nuestra retina, en contraste con las imágenes *indirectas,* que nos impresionan por conducto de una superficie reflectante. Son éstas las imágenes catóptricas, que en determinados casos son susceptibles de convertirse en dobles imágenes.

223. Resulta que si el cuerpo reflectante es transparente y tiene dos caras paralelas, cada una de dichas superficies es susceptible de originar en nuestra retina una imagen refleja, lo cual da lugar a dobles imágenes si, como ocurre en más de un caso, la imagen superior no se superpone por completo a la inferior.

Quien mira un naipe junto a un espejo percibirá primero la imagen viva del naipe, pero el contorno de toda la imagen y el de todas las imágenes parciales rodeados de un borde, que no es sino el comienzo de la segunda imagen. Este efecto varía con el espesor del vidrio y los factores imprevisibles que hayan concurrido en el pulido. A veces, si uno se mira en el espejo vestido con chaleco blanco y pantalón negro, el borde se destaca mucho pudiendo verse también distintamente las dobles imágenes de los botones de metal sobre el paño oscuro.

224. Quien se ha familiarizado con los experimentos que hemos esbozado más arriba (80) comprenderá también aquí fácilmente las circunstancias. El crucero de la ventana, reflejado por placas de vidrio, aparece doble, y conforme aumentan el espesor de las placas y el ángulo de reflexión, pueden separarse por completo las dos imágenes. Asimismo, un recipiente lleno de agua con fondo plano espejeante muestra dos imágenes más o menos separadas de los objetos que se le acerquen, siendo de notar que allí donde se superponen las dos imágenes surge la imagen propiamente dicha, perfectamente nítida, y que allí donde ésta se desdobla se originan imágenes débiles, traslúcidas y fantasmales.

225. Para cerciorarse de cuál imagen es la superior y cuál la inferior, recúrrase a medios coloreados; la imagen clara reflejada por la superficie inferior aparece del mismo color que el medio y la reflejada por la superior del color complementario. Con las imágenes oscuras ocurre al revés, de modo que aquí también son muy útiles las pantallas blancas y negras. Una vez más llama la atención la facilidad con que las dobles imágenes toman y producen coloraciones.

226. En tercer lugar, cabe considerar las imágenes primarias también como *imágenes principales* y agregar las secundarias a modo de *imágenes concomitantes.* Tal imagen concomitante es una especie de doble imagen, sólo que no puede ser separada de la imagen principal, si bien tiende en todo momento a alejarse de ella. De tales imágenes ha de hablarse ahora al tratar de los fenómenos prismáticos.

227. Lo visto ilimitadamente por refracción no se acompaña con ningún fenómeno cromático (195). Lo visto debe ser limitado para que se origine color. En otras palabras, se requiere una imagen. Esta se desplaza por la refracción, pero no de un modo limpio, perfecto y puro, sino de una manera imperfecta, originándose una imagen concomitante.

228. Ante todo fenómeno de la Naturaleza, particularmente en presencia de uno notable y significativo, no corresponde darse por satisfecho con él y considerarlo de un modo aislado, sino mirar en torno en todo el reino de la Naturaleza en busca de fenómenos parecidos y afines. Pues únicamente de la suma de lo afín nace poco a poco una totalidad que se revela por sí misma y no ha menester ninguna explicación ulterior.

229. Nos acordamos, así, que en determinados casos la refracción produce evidentes dobles imágenes, como es el caso con el llamado espato de Islandia. Mas tales dobles imágenes se originan también en la refracción determinada por grandes cristales de roca y, en otros casos, fenómenos que no han sido estudiados aún suficientemente.

230. Mas como en el caso citado (227) no se trata de dobles imágenes, sino de imágenes concomitantes, tenemos presente un fenómeno que ya hemos esbozado. Recuerde el lector la comprobación de que una imagen clara sobre fondo oscuro y una oscura sobre fondo claro se hallan trabadas ya con respecto a nuestra retina en una especie de conflicto (16): la imagen clara nos parece más grande que la oscura.

231. Si extremamos nuestra atención, nos damos cuenta de que las imágenes no se presentan con contornos nítidos, sino rodeadas de una especie de borde gris, un tanto coloreado: de una imagen concomitante. Si ya normalmente se perciben tales efectos, ¡figúrese lo que ocurrirá si se interpone un medio denso! No solamente lo que aparece dotado de palpitante vida provoca y sufre efectos, sino que todo cuanto se relaciona de algún modo actúa uno sobre otro, muchas veces en forma muy intensa.

232. Por la acción de la refracción se origina, pues, en la imagen principal otra concomitante; diríase que la imagen verdadera se rezagara un poco y se resistiera, por así decirlo, al desplazamiento, y que una imagen concomitante, de ancho variable (véase 212-216) precediera en la dirección en que a raíz de la refracción la imagen se corre por sobre sí misma y el fondo.

233. Hemos comprobado también (224) que las dobles imágenes se presentan como imágenes a medias, un poco así como fantasmas de imágenes, del mis-

mo modo que las dobles sombras se presentan necesariamente como penumbras. Estas toman y producen fácilmente los colores (69); aquéllas también (80). Y exactamente lo mismo ocurre con las imágenes concomitantes, las cuales, si bien no pueden separarse de la imagen principal, como imágenes a medias pueden destacarse de ella y en consecuencia son susceptibles de colorearse con idéntica rapidez, facilidad y viveza.

234. Podemos convencernos por diversos medios de que el fenómeno cromático localizado en el prisma es una imagen concomitante. Se origina en un todo en consonancia con la configuración de la imagen principal reproduciendo fielmente su contorno, ya sea rectilíneo, curvo, quebrado o sinuoso.

235. Mas la imagen concomitante reproduce no solamente la configuración de la imagen verdadera, sino también otras características de la misma. Si la imagen principal se recorta nítidamente sobre el fondo, como blanco sobre negro, la imagen concomitante coloreada se presenta igualmente con el grado máximo de viveza: intenso, nítido y potente, sobre todo en el caso de una imagen luminosa sobre fondo oscuro, lo que puede lograrse por diversos procedimientos.

236. Mas cuando la imagen principal se destaca apenas del fondo, como gris sobre blanco o negro, por no decir nada del gris sobre el gris, la imagen concomitante también es susceptible de presentarse poco acusada, y de volverse casi imperceptible si el contraste de tonalidades es muy débil.

237. Es, por lo demás, muy singular el fenómeno que se comprueba en las imágenes coloreadas sobre fondo claro, oscuro o coloreado: el color de la imagen concomitante se fusiona con el color real de la imagen principal dando lugar a un color compuesto ya realzado por armonía o menoscabado por falta de armonía.

238. La característica sobresaliente de la doble imagen y la concomitante es la semitransparencia. De modo que si se figura dentro de un medio transparente, cuya tendencia intrínseca a volverse tan sólo semitransparente, esto es, traslúcido, ya hemos señalado más arriba (147), una imagen virtual semitransparente, se la califica en seguida la imagen turbia.

239. De suerte que los colores a que da lugar el fenómeno de la refracción pueden ser explicados cómodamente por la teoría de los medios turbios. Pues allí donde el limbo de la imagen concomitante turbia se superpone a la claridad aparece el amarillo y, a la inversa, allí donde un contorno claro se superpone a la oscuridad lindante aparece el azul (150-151).

240. El color que precede se presenta más ancho. Así, el amarillo, al superponerse a la claridad, aparece formando un limbo ancho, en tanto que allí donde linda con la oscuridad se origina, de acuerdo con la teoría de la exaltación y el sombreado, el rojo amarillento como un borde más estrecho.

241. En el extremo opuesto se comprueba un borde azul y, allí donde el limbo se superpone como turbiedad leve a la oscuridad, un color violeta, en consonancia con las mismas leyes que hemos consignado más arriba respecto a la teoría de los medios turbios y cuyo juego uniforme comprobaremos más adelante en varios otros casos.

242. Como una explicación como la presente requiere, en el fondo, la corroboración empírica del investigador, pedimos a todos que se familiaricen a fondo, no de una manera superficial con lo que ha quedado expuesto hasta aquí. No ofrecemos, en vez de los hechos, signos o letras arbitrarias ni otra cosa antojadiza por el estilo; no elaboramos frases que luego puedan repetirse cien veces sin pensar nada ni dar nada que pensar, sino que hablamos de fenómenos que hay que observar y considerar para poder explicarse a sí mismo y a los demás su origen y desarrollo.

XVI. *Decrecimiento del fenómeno cromático*

243. Como basta con suponer una regresión de las cinco condiciones progresivas (210) en las cuales crece el fenómeno cromático para explicarse y determinar fácilmente el decrecimiento del mismo, podemos limitarnos a describir brevemente las comprobaciones que se hacen al respecto.

244. Al llegar al máximo la superposición de los bordes opuestos, los colores aparecen en el siguiente orden (216):

rojo amarillento	azul
verde	púrpura
rojo azulado	amarillo

245. Cuando la superposición es menos completa, el fenómeno se presenta como sigue (214-215):

rojo amarillento	azul
amarillo	rojo azulado
verde	púrpura
azul	rojo amarillento
rojo azulado	amarillo

De modo que aquí las imágenes aparecen aún totalmente coloreadas. Mas estas series no deben considerarse como series primarias que se van envolviendo regularmente a modo de escala cromática, sino que pueden y deben descomponerse en sus elementos, lo que permite compenetrarse más cabalmente de su naturaleza y propiedades.

246. Dichos elementos son los siguientes (199-201):

rojo amarillento	azul
amarillo	rojo azulado
blanco	negro
azul	rojo amarillento
rojo azulado	amarillo

Aquí la imagen principal que hasta ahora había estado cubierta y como escamoteada, vuelve por sus fueros y nos demuestra claramente el carácter secundario de las imágenes concomitantes que se presentan bajo la forma de bordes y limbos.

247. Podemos estrechar a voluntad estos bordes y limbos y aun dejar subsistir refracción, sin que un color se presente en el contorno.

De suerte que no consideramos este fenómeno cromático, del que ya hemos hablado bastante, de ninguna manera como un fenómeno primario, sino que lo hemos derivado de otro anterior y más simple, desarrollado éste del fenómeno fundamental de la luz y las tinieblas, por conducto de la turbiedad, y explicado por la teoría de las imágenes secundarias. En base a ello, vamos a exponer, por último, los fenómenos a que dan lugar las imágenes grises y coloreadas desplazadas por refracción concluyendo, así, el capítulo relativo a los fenómenos subjetivos.

XVII. *Las imágenes grises desplazadas por refracción*

Lámina III

248. Hasta ahora, hemos mirado a través del prisma únicamente imágenes negras sobre fondo blanco e imágenes blancas sobre fondo negro, toda vez que en ellas se destacan más nítidamente los bordes y limbos coloreados. Si repetimos ahora los mismos experimentos con imágenes grises, comprobamos los mismos efectos.

249. Hemos llamado al negro el representante de las tinieblas y al blanco de lugarteniente de la luz (18). Cabe decir que el gris representa la penumbra, que su mayor o menor grado participa tanto de la luz como de las tinieblas y en consecuencia es intermedia de ellas (36). Para los fines de nuestra presente exposición recordamos al lector los siguientes fenómenos.

250. Las imágenes grises aparecen sobre fondo negro más claras que sobre fondo blanco (33), a la vez que como claridad sobre oscuridad de mayor tamaño que como oscuridad sobre claridad (16).

251. Cuanto más oscuro es el gris, tanto más débil es su imagen sobre negro y tanto más viva sobre blanco, y viceversa; de ahí que el gris oscuro da imágenes concomitantes débiles sobre negro y vivas sobre blanco, en cambio el gris claro imágenes concomitantes débiles sobre blanco y vivas sobre negro.

252. El gris sobre negro nos exhibe a través del prisma los fenómenos que hasta ahora hemos producido con blanco sobre negro: los bordes se colorean en idéntica forma, sólo que los limbos aparecen más débiles. Si superponemos gris a blanco, observamos los mismos bordes y limbos que se originaban si a través del prisma mirábamos negro sobre blanco.

253. Una serie de gradaciones de gris superpuestas exhiben en los bordes, según que los matices oscuros estén situados encima o debajo de los claros, o solamente azul y violeta o únicamente rojo y amarillo.

254. Una serie de gradaciones de gris escalonadas horizontalmente se colorean, con arreglo a los principios conocidos, según que entren arriba o abajo en contacto con una superficie negra o blanca.

255. En la lámina destinada para este capítulo, que el amigo de la Naturaleza debe ajustar a su aparato, pueden comprobarse estos fenómenos muy fácilmente a través del prisma.

256. Es muy importante la observación y el estudio de una imagen gris dispuesta entre una superficie negra y otra blanca, de tal modo que la línea de separación atraviese verticalmente la imagen.

257. En dicha imagen gris los colores se presentan frente a frente en una línea, con arreglo al principio conocido, pero según las relaciones diferentes de la claridad con la oscuridad. El gris, en tanto que es claro con respecto al negro, exhibe arriba el rojo y el amarillo, abajo el azul y el violeta; en cuanto es oscuro con respecto al blanco, presenta arriba el borde azul y violeta y abajo el borde rojo y amarillo. Esta observación revestirá suma importancia en la parte subsiguiente.

XVIII. *Las imágenes coloreadas desplazadas por refracción*

258. Igual que las superficies negras, blancas y grises, una grande superficie coloreada no exhibe ningún color prismático, a menos que alternen en ella, casual

Láminas III y IV

o deliberadamente, la claridad y la oscuridad; de suerte que también las superficies coloreadas sólo se prestan para la observación al prisma si un borde las separa de otra superficie de coloración diferente, esto es, como imágenes coloreadas.

259. Todos los colores tienen en común con el gris la propiedad de aparecer más oscuros que el blanco y más claros que el negro. Ya hemos señalado más arriba (69) este carácter de sombra del color, carácter que asumirá una significación cada vez mayor conforme progresemos en nuestra exposición. De ahí que si, por lo pronto, disponemos imágenes coloreadas sobre superficies blancas y negras y las miramos a través del prisma, comprobamos los mismos fenómenos que en el caso de las superficies grises.

260. Si desplazamos una imagen coloreada, se origina, como en el caso de las imágenes incoloras, con arreglo a las mismas leyes, una imagen concomitante. Esta retiene, respecto al color, su carácter primitivo y obra a un lado como azul y rojo azulado, y al otro, como amarillo y rojo amarillento. De ahí que o el color virtual del borde y el limbo y el real de la imagen coloreada son homogéneos o el color pigmentario de la imagen y el virtual del borde y el limbo son heterogéneos. En el primer caso, la imagen virtual se identifica con la real y la agranda aparentemente, en tanto que en el segundo la imagen real es susceptible de volverse impura, borrosa y más pequeña a raíz de la imagen virtual. Vamos a estudiar los casos en que estos defectos se manifiestan del modo más singular.

261. Si se toma la lámina preparada para estos experimentos y se miran a través del prisma el cuadro rojo y el azul sobre fondo negro, uno al lado del otro, en la forma habitual, uno y otro, como ambos colores son más claros que el fondo, exhiben arriba y abajo idénticos bordes y limbos coloreados, sólo que no se presentan con nitidez pareja.

Lámina III

262. El rojo aparece, respecto al negro, mucho más claro que el azul; de modo que los bordes del cuadrado rojo son más vivos que los del cuadrado azul, que aquí se presenta más bien de un color gris oscuro que se distingue muy poco del negro (251).

263. El borde superior rojo se identifica con el color bermejo del cuadrado, así que el cuadrado rojo aparece un poco ampliado hacia arriba. El limbo amarillo sólo aviva la superficie roja y se destaca recién cuando se mira más de cerca.

264. En cambio el borde rojo y el limbo amarillo, de un lado, y el cuadrado azul, del otro, son heterogéneos, así que se origina con el borde un color rojo sucio y hacia adentro del cuadrado un verde sucio.

265. En el contorno inferior de los dos cuadrados se originan un borde azul y un limbo violeta, con el efecto contrario; el borde azul, incompatible con la superficie bermeja, ensucia el rojo amarillento produciendo una especie de verde, así que de este lado el cuadrado rojo parece reducido y llevado hacia arriba y el limbo violeta lindante con el negro es apenas perceptible.

266. En cambio el borde virtual azul se identifica con la superficie azul y no solamente no le roba nada, sino que la realza, así que por la acción del borde azul y el limbo violeta la superficie del cuadrado azul parece ampliada y llevada hacia abajo.

267. El efecto de los bordes homogéneos y heterogéneos, tal como acabamos de describirlo, es tan grande y singular que a primera vista parece abolida la yuxtaposición horizontal de los dos cuadrados, los cuales diríase que cambiasen de lugar el uno respecto al otro, el rojo hacia arriba y el azul hacia abajo. Mas ningún observador que sepa estudiar los fenómenos de un modo metódico y desarrollar orgánicamente los experimentos se dejará engañar por semejante efecto aparente.

268. La comprensión de tan importante fenómeno queda facilitada por el hecho de que el efecto presupone determinadas condiciones estrictas. Es preciso que para el cuadrado rojo se emplee un papel teñido de bermellón o del mejor minio y para el azul uno coloreado de un índigo saturado; entonces, el borde prismático azul y rojo se une allí donde es homogéneo, imperceptiblemente con la imagen y allí donde es heterogéneo ensucia el color del cuadrado, sin producir un limpio color intermedio. El rojo del cuadrado no debe tirar demasiado a amarillo, o si no, el borde virtual rojo oscuro se destaca demasiado arriba; por otra parte, empero, debe contener una proporción suficiente de amarillo, para impedir que la alteración provocada por el limbo amarillo sea demasiado evidente. El azul, por su parte, no debe ser claro, o si no, se destaca el borde rojo, el limbo amarillo produce un verde demasiado definido y el limbo violeta inferior ya no puede ser tenido por la imagen desplazada de un cuadrado de color azul claro.

269. De todo esto hablaremos con mayor detenimiento más adelante, al estudiar el aparato referente a esta parte. Los estudiosos de la Naturaleza deben prepararse por sí mismos las láminas para poder practicar esta especie de prestidigitación y convencerse de que ni aun en este caso los bordes coloreados pueden escapar a la observación atenta.

270. Mas también otras combinaciones diversas sirven muy bien para desvanecer toda duda a este respecto.

271. Si se miran, uno al lado de otro, sobre fondo negro, un cuadrado blanco y otro azul, en aquél, que toma el lugar del cuadrado rojo, los bordes opuestos aparecen con su máxima viveza. El borde rojo se proyecta casi en mayor grado aun que en el caso del cuadrado rojo hasta más allá de la línea horizontal del azul; el borde inferior del azul se presenta en el cuadrado blanco muy hermoso, en tanto que en el azul desaparece por identificación. El limbo violeta que se proyecta hacia abajo es en el cuadrado blanco mucho más vivo que en el azul.

272. Si entonces se procede a comparar las parejas cuidadosamente superpuestas de dichos cuadrados, esto es, el rojo y el blanco, los dos azules, el azul y el rojo, el azul y el blanco, se tendrá una noción cabal de las relaciones de estas superficies con sus bordes y limbos coloreados.

273. Los bordes y sus relaciones con las imágenes coloreadas resaltan aún más si se miran los cuadrados coloreados y el negro sobre fondo blanco, pues en este caso falta por completo esa ilusión y los efectos de los bordes se hacen más patentes que en ningún otro caso. Mírense primero a través del prisma el cuadrado azul y el rojo. En ambos el borde azul se origina ahora arriba y, dada su homogeneidad con la imagen azul, se le une y parece levantarlo, sólo que se destaca demasiado, arriba, el borde celeste. El limbo violeta es vivo también allí donde proyectándose hacia abajo se mezcla con el azul. Este borde virtual azul y el cuadrado rojo son heterogéneos, así que, bajo el efecto contrario, es apenas perceptible; el limbo violeta, en cambio, aunado con el color rojo amarillento de la imagen, produce un color de flor de durazno.

274. Si por la causa indicada los bordes superiores de dichos cuadrados no aparecen horizontales, los bordes inferiores se presentan tanto más parejos; pues toda vez que tanto el rojo como el azul, particularmente este último, son, con respecto al blanco, más oscuros —del mismo modo que con respecto al negro aparecen más claros—, abajo de ambos se destaca vivamente el borde rojo y junto con su limbo amarillo, abajo de la imagen color rojo amarillento muy hermoso y abajo de la de color azul oscuro casi tal como abajo de la negra, según puede comprobarse comparando otra vez las imágenes superpuestas y sus bordes y limbos.

275. Con el fin de hacer estos experimentos lo más variados y concluyentes posible, en el medio de la lámina están dispuestos cuadrados de diferentes colores en forma que la línea de separación del blanco y el negro los atraviesa verticalmente. De acuerdo con los principios con que nos ha familiarizado la observación de

las imágenes en general y las imágenes coloreadas en particular, se comprobarán en cada borde dos coloraciones y los cuadrados aparecerán desplazados en parte hacia arriba, en parte hacia abajo. Recordamos a este respecto la imagen gris observada asimismo sobre la línea divisoria del blanco y el negro (257).

276. La circunstancia de que el fenómeno que más arriba, en base a un cuadrado rojo y otro azul sobre fondo negro, ha determinado un efecto pasmoso, esto es, el desplazamiento aparente hacia arriba y hacia abajo, respectivamente, de dos imágenes de coloración diferente, la circunstancia de que este fenómeno puede ser observado aquí en las dos mitades de una misma imagen uniformemente coloreada nos lleva a considerar una vez más los bordes coloreados, sus limbos, los efectos de su carácter homogéneo y heterogéneo en relación con las imágenes en que se origina el fenómeno.

Invitamos a los observadores a comparar por sí mismos las múltiples gradaciones de los cuadrados coloreados dispuestos mitad sobre blanco mitad sobre negro *Lámina III* y nos limitamos a señalar la distorsión aparente debida a que el rojo y el amarillo aparecen proyectados hacia arriba sobre negro y hacia abajo sobre blanco y el azul hacia abajo sobre negro y hacia arriba sobre blanco, todo lo cual está en consonancia con los principios más arriba puntualizados.

277. Si el observador coloca entonces la lámina en forma que los citados cuadrados dispuestos sobre la línea de separación del blanco y el negro se presentan ante él en un plano horizontal y la parte negra está arriba y la blanca abajo, al mirar los cuadrados a través del prisma se dará cuenta de que el cuadrado rojo se enriquece con dos bordes rojos, y mirando más de cerca, percibirá el limbo amarillo en la imagen roja, a la vez que el limbo inferior amarillo se destacará vivamente, allí donde linda con el blanco.

278. En el cuadrado amarillo, arriba, el borde rojo es muy vivo, porque el amarillo, que es claro con respecto al negro, contrasta suficientemente. El limbo amarillo se identifica con la superficie amarilla, que así queda realzada; en el borde inferior se percibe poco rojo, porque el amarillo claro no contrasta suficientemente con el blanco. El limbo inferior amarillo, en cambio, aparece bien vivo.

279. En el cuadrado azul, en cambio, el borde superior rojo no es apenas visible. El limbo amarillo produce hacia abajo un verde sucio en la imagen. El borde rojo y limbo amarillo inferiores se presentan vivamente.

280. En estos casos, la imagen roja parece ampliarse a ambos lados, en tanto que el azul parece mermar por lo menos a uno de los lados; si se coloca la lámina al revés, así que la parte blanca queda arriba y la negra abajo, el fenómeno se invierte.

281. Pues como ahora los bordes y limbos homogéneos aparecen en los cuadrados azules, arriba y abajo, éstos parecen más grandes y, en parte, de coloración más viva, siendo preciso mirar más de cerca para distinguir los bordes y limbos del color de la superficie misma.

282. El cuadrado amarillo y el rojo, en cambio, merman en esta posición de la lámina, por la acción de los bordes heterogéneos, y el color de la superficie sufre menoscabo. En uno y otro el borde superior azul no es apenas visible. El limbo violeta aparece en el rojo de un hermoso color de flor de durazno, en cambio en el amarillo de uno muy pálido; los bordes inferiores son de color verde, que en el cuadrado rojo es sucio y en el amarillo aparece vivo; el limbo violeta es poco visible abajo del rojo y más vivo abajo del amarillo.

283. Todo amigo de la Naturaleza ha de compenetrarse de todos los fenómenos expuestos y no debe vacilar en verificar un determinado fenómeno en diversas circunstancias específicas. Cabe multiplicar hasta el infinito estas experiencias mediante imágenes de coloraciones diferentes, sobre y entre superficies diferentemente coloreadas. En todas las circunstancias el observador atento se dará cuenta de que los cuadrados coloreados yuxtapuestos sólo aparecen desplazados, a través del prisma, porque la aparición de bordes homogéneos y heterogéneos determina una ilusión óptica. Sólo se logra eliminar ésta si se tiene la paciencia de llevar a cabo una serie de experimentos y puntualizar su concordancia.

Más adelante se pondrá más claramente de manifiesto por qué hemos expuesto tan detenidamente de un modo determinado los experimentos a base de imágenes coloreadas que anteceden, experimentos que ciertamente podían haber sido consignados en más de una forma. Dichos fenómenos no se ignoraban en tiempos pasados, pero se los interpretaba mal; de modo que con miras a facilitar su futura exposición histórica ha sido preciso dilucidarlos minuciosamente.

284. Por último, vamos a indicar a los amigos de la Naturaleza un procedimiento que permite observar esos fenómenos a un tiempo distintamente y aun con máxima viveza.

Recórtense de cartón, en un plano exactamente horizontal, uno al lado de otro, cinco cuadrados exactamente iguales de aproximadamente una pulgada de lado y dispónganse detrás de ellos otros tantos vidrios coloreados, en el orden consabido: anaranjado, amarillo, verde, azul y violeta. Si se fija esta lámina sobre una abertura de la cámara oscura, en forma que se ve el cielo radiante a través de ella o la ilumina el sol, se verán imágenes muy nítidas. Mírense estas imágenes a través del prisma y obsérvense los fenómenos que ya hemos comprobado experimentando con imágenes pintadas: los bordes y limbos que ya exaltan o menoscaban, así como el consiguiente desplazamiento aparente de las imágenes específicamente coloreadas del plano horizontal.

Todo lo que aquí ve el observador se deriva en un todo de los principios que hemos expuesto más arriba, por lo cual está de más puntualizarlos de nuevo, máxime como en el curso de nuestra exposición se nos presentará más de una oportunidad para volver sobre estos fenómenos.

XIX. *Acromatismo e hipercromatismo*

285. En tiempos pasados, en que no pocos fenómenos regulares y constantes de la Naturaleza eran considerados como mera anomalía y casualidad, no se prestaba mayormente atención a los colores que origina la refracción teniéndolos por un fenómeno derivado de circunstancias accidentales específicas.

286. Una vez comprobado que la refracción se acompañaba en todas las circunstancias con este fenómeno cromático, naturalmente se lo consideraba única e íntimamente ligado a la refracción y se creía que su grado de intensidad variaba con el de la refracción y que existía entrambos una estrecha correlación.

287. Si se atribuía, pues, el fenómeno, cuando menos en gran parte, a un mayor o menor grado de refracción, determinado a su vez por la mayor o menor densidad de los medios —en efecto, el aire atmosférico más o menos puro, el aire lleno de vahos, el agua y el vidrio determinan, en función de su densidad progresiva, un grado progresivamente mayor de refracción, esto es, de desplazamiento de las imágenes—, no cabía dudar de que en la misma proporción se intensificaba el fenómeno cromático, y se estaba convencido de que la refracción originaba color y la desaparición del color marcaba el fin de la refracción.

288. Empero, más tarde se descubrió que dos medios diferentes eran susceptibles de determinar idéntico desplazamiento de la imagen y sin embargo bordes coloreados muy diferentes.

289. Se comprobó que debía suponerse, además de la propiedad física a la cual se atribuía la refracción, otra de carácter químico (210). Volveremos sobre el particular al tratar de los aspectos químicos, como también habremos de hablar más detenidamente de las circunstancias de tan importante descubrimiento en la reseña histórica de la teoría de los colores.

290. Compruébase en medios de poder refringente igual o casi igual el hecho singular de que mediante un tratamiento químico puede aumentarse o reducirse la intensidad del fenómeno cromático; el aumento por medio de ácidos, la reducción aplicando álcalis. Si se agregan óxidos de metales a una masa de

vidrio ordinario, aumenta considerablemente la intensidad del fenómeno cromático de dicho vidrio, sin que cambie mayormente la refracción. Los álcalis, en cambio, reducen la intensidad del fenómeno.

291. Los tipos de vidrio que luego del descubrimiento se utilizaron primero los designan los ingleses con los términos de *flint* y *crown;* a aquél corresponde el fenómeno cromático más intenso y a éste el menos intenso.

292. Para los fines de nuestra presente exposición nos servimos de estos dos términos partiendo del supuesto de que la refracción es idéntica en ambos, pero que el flint produce un fenómeno cromático una tercera parte más intenso que el crown. A este respecto ofrecemos al lector algo así como un dibujo simbólico:

293. Figúrense en una lámina negra, que para mayor comodidad está cuadri-
Lámina IV culada, cinco cuadrados blancos dispuestos entre las líneas paralelas *ab* y *cd.* El cuadrado núm. 1 se presenta fijo en su lugar a simple vista.

294. Supongamos que el cuadrado núm. 2 aparece, mirado a través de un prisma de crown (g), desplazado en tres casillas exhibiendo limbos coloreados de determinado ancho, y que el cuadrado núm. 3 aparece asimismo desplazado hacia abajo en tres casillas por la acción de un prisma de flint (h), en forma que exhibe bordes coloreados una tercera parte más anchos que el cuadrado núm. 2.

295. Supongamos, además, que el cuadrado núm. 4 había estado desplazado por efectos de un prisma de crown, igual que el núm. 2, en tres casillas, pero que ha sido vuelto, por un prisma opuesto de flint (h), a su lugar primitivo, donde se lo ve ahora.

296. Aquí se neutraliza la refracción; mas como el prisma h, en ocasión del desplazamiento en tres casillas, produce bordes coloreados una tercera parte más anchos que el prisma g, al neutralizarse la refracción debe quedar un excedente de borde coloreado en el sentido del desplazamiento aparente que el prisma h imprime a la imagen y en consecuencia a la inversa de como vemos los colores en los cuadrados desplazados hacia abajo núms. 2 y 3. Este excedente de color lo designamos con el nombre de hipercromatismo, del que se infiere de un modo inmediato el acromatismo.

297. Pues suponiendo que el cuadrado núm. 5 hubiera sido desplazado hacia abajo, como el cuadrado núm. 2, por un prisma de crown (g), en tres casillas, bastaría con reducir la abertura de ángulo de un prisma de flint (h) y agregar éste en sentido inverso al prisma g para levantar el cuadrado núm. 5 aparentemente en

dos cuadrículas; en tal caso, quedaría eliminado el hipercromatismo del caso precedente, la imagen no volvería totalmente a su lugar primitivo y sin embargo aparecería ya sin color. Se ve también por las prolongaciones punteadas de las líneas de los prismas combinados bajo núm. 5 que queda un prisma real y que en consecuencia puede formarse así también, suponiendo curvas las líneas, un ocular; circunstancia de que están derivados los anteojos acromáticos.

298. Para los experimentos que aquí consignamos es de suma utilidad un pequeño prisma compuesto de tres prismas diferentes, tal como se lo construye en Inglaterra. Es de esperar que en el futuro nuestros artífices domésticos provean a los amigos de la Naturaleza de tan indispensable instrumento.

XX. *Las ventajas de los experimentos subjetivos. Tránsito a los objetivos*

299. Hemos expuesto los fenómenos cromáticos que origina la refracción primero en base a experimentos subjetivos y presentado el conjunto en forma tan orgánica que también nos ha sido posible explicar dichos fenómenos por la teoría de los medios turbios y las dobles imágenes.

300. Ya que en las exposiciones que versan sobre la Naturaleza todo depende de ver y mirar, estos experimentos son tanto más convenientes, cuanto que su realización es fácil y cómoda. Todo aficionado puede adquirir el aparato sin molestias y por poco dinero; el que sepa hacer trabajos con cartón hasta puede procurarse gran parte por sí mismo. Bastan unas cuantas láminas en que alternan imágenes negras, blancas, grises y coloreadas sobre fondo claro y oscuro. Se las coloca fijamente ante sí y se miran detenidamente los fenómenos que se originan en el contorno de las imágenes; mirándolas desde diferentes distancias es dable observar con exactitud las distintas fases del fenómeno.

301. Por otra parte, incluso a través de prismas de calidad inferior, que no son de vidrio puro, es posible observar los fenómenos con suficiente exactitud. En el capítulo dedicado al aparato óptico trataremos detenidamente de estos instrumentos de vidrio.

302. Una ventaja principal de esos experimentos reside en que cabe llevarlos a cabo a cualquier hora del día y en cualquier habitación, ya dé al norte, sur, este u oeste; no es preciso esperar a que haga sol.

Los experimentos objetivos

303. Estos, sin embargo, requieren necesariamente que haga sol, el cual por otra parte no siempre brilla en condiciones adecuadas para el aparato; ora el astro

está demasiado alto, ora demasiado bajo, y se encuentra sólo durante breve tiempo en el meridiano aun de la habitación más favorablemente orientada. Durante la observación, por otra parte, continúa su marcha, así que hay que seguirlo con el aparato, lo que en algunos casos redunda en detrimento de la exactitud de los experimentos. Además, el sol, al dar en el prisma, pone al descubierto todas sus impurezas, los filamentos y burbujitas contenidas en el vidrio, circunstancia que conspira contra la claridad y precisión del fenómeno.

304. No obstante, hay que familiarizarse con los experimentos de uno y otro tipo. Parecen opuestos los unos a los otros a la vez que seguir una marcha paralela; lo que revelan los unos también lo muestran los otros, y sin embargo, unos y otros tienen sus peculiaridades, de modo que determinados procesos de la Naturaleza se manifiestan en más de una forma.

305. Por otra parte, hay fenómenos importantes que se producen mediante una combinación de los experimentos subjetivos y objetivos. Los objetivos nos ofrecen la ventaja de poder representarlos generalmente por medio de dibujos lineales y demostrar en las láminas el mecanismo interno de los fenómenos. Nos apresuramos, pues, a exponer los experimentos objetivos desde un principio en forma que los fenómenos estén en consonancia con los que hemos presentado subjetivamente, preocupación que nos induce también a indicar al lado el número de cada párrafo, entre paréntesis, el del correspondiente párrafo anterior. Mas en un plano general damos por sobreentendido que el lector se familiariza con las láminas y el investigador con el aparato, para que el aficionado esté compenetrado de un modo u otro de los fenómenos paralelos de que aquí se trata.

XXI. *Refracción sin fenómeno cromático*

306. (195, 196) Que la refracción puede no acompañarse con un fenómeno cromático no puede demostrarse mediante los experimentos objetivos tan claramente como por medio de los subjetivos. Tenemos espacios ilimitados que podemos mirar a través del prisma para convencernos de que sin contorno no hay color, pero no tenemos nada ilimitado y luminoso que podamos hacer actuar sobre el prisma. Nuestra luz nos llega de cuerpos limitados, y el sol mínimo, que produce la mayor parte de nuestros fenómenos prismáticos objetivos, no es sino una pequeña imagen limitada y luminosa.

307. Mas cabe considerar ilimitada toda abertura más bien grande por la que penetra el sol, así como todo medio más bien grande que intercepta y desvía los rayos solares, tomando en cuenta únicamente la parte media del área, no sus contornos.

308. (197) Si se coloca un gran prisma hueco al sol, en una pantalla opuesta aparece un área clara, desplazada hacia arriba por la refracción, cuya parte media es incolora. Lo mismo se consigue con prismas de cristal de ángulo muy agudo; más aún, este fenómeno hasta se manifiesta con prismas de cristal cuyo ángulo refringente es de 60 grados, siempre que se le acerque suficientemente la pantalla.

XXII. *Las condiciones del fenómeno cromático*

309. (198) Si bien dicha área iluminada aparece refractada, esto es, desplazada, pero no coloreada, en sus contornos horizontales se percibe un fenómeno cromático. Corresponde puntualizar que también en este caso el color tiene su origen únicamente en el desplazamiento de una imagen.

El elemento luminoso que aquí actúa es limitado y el sol, en cuanto brilla, obra como imagen. Por más que se reduzca el orificio en el postigo del cuarto oscuro, siempre penetra la imagen entera del sol. La luz emitida por el disco solar converge en el orificio más reducido y forma un ángulo que corresponde al diámetro aparente del disco. Llega un cono cuyo vértice coincide con el orificio y detrás de éste vuelve a ensancharse en forma de cono proyectando sobre la pantalla una imagen circular, que se agranda conforme aumenta la distancia de la pantalla; imagen que, junto con todas las demás imágenes del paisaje exterior, aparece invertida en la superficie blanca que la recoge en el cuarto oscuro.

310. Es, pues, evidente que no puede ser cuestión de distintos rayos solares, ni de fascículos, haces, cilindros ni varas de rayos. Para los fines de ciertas representaciones lineales cabe considerar la luz solar como un haz de rayos paralelos, pero sin olvidar jamás que se trata tan sólo de una ficción que puede tolerarse allí donde la discrepancia existente entre la ficción y la realidad es insignificante. ¡Pero mucho cuidado con convertir esta ficción en el fenómeno real y tomar este fenómeno ficticio como base de la experimentación ulterior!

311. Por más que se aumente la abertura en el postigo, no importa que sea circular o cuadrada, y aunque se abra del todo el postigo dejando que el sol penetre libremente en la habitación, el área iluminada por él siempre aumenta en función del ángulo correspondiente a su diámetro; de modo que hasta el recinto entero de la habitación, iluminado por el sol, no es sino la imagen del astro más el diámetro de la abertura. Más adelante volveremos sobre este particular.

312. (199) Si recogemos la imagen del sol en vidrios convexos, la hacemos convergir en el foco. Aquí debe originarse, de acuerdo con los principios arriba expuestos, un limbo amarillo y un borde rojo amarillento, si la imagen es recogida en un papel blanco. Mas como este experimento es incómodo y deslumbra, se utiliza mejor la imagen de la luna llena. Si se hace convergir ésta mediante un vidrio convexo, el borde coloreado se presenta muy hermoso, pues la luna emite de por sí una luz moderada y en consecuencia se presta particularmente para producir el color correspondiente a la luz moderada, siendo por otra parte suave y agradable la impresión producida en la retina del observador.

313. (200) Si se recoge una imagen luminosa mediante vidrios cóncavos, queda ampliada, esto es, esanchada. Aquí la imagen se presenta con un borde azul.

314. Es posible reducir los dos fenómenos opuestos mediante un vidrio convexo simultánea y sucesivamente; simultáneamente, pegando en el centro del vidrio convexo un disco opaco y recogiendo a continuación la imagen del sol. En tal caso converge tanto la imagen luminosa como su centro negro originando, así, los fenómenos cromáticos opuestos. Para observar este contraste sucesivamente, hay que hacer converger la imagen luminosa en el foco, pudiendo verse el rojo y el rojo amarillento, y hacer que detrás del foco se ensanche y en consecuencia exhiba inmediatamente un borde azul.

315. (201) Aquí también se aplica lo que hemos dicho respecto a las observaciones subjetivas, o sea que el azul y el amarillo se presentan al lado y encima del blanco y que ambos colores toman una coloración rojiza en cuanto se superponen al negro.

316. (202, 203) Estos fenómenos fundamentales se repiten en todos los siguientes experimentos objetivos, del mismo modo que han constituido la base de los subjetivos. Es también idéntico el procedimiento: un contorno claro es superpuesto a una superficie oscura y una superficie oscura a un contorno claro. En unos y otros experimentos los contornos deben desplazarse, atropellarse, por así decirlo, unos a otros.

317. (204) De modo que si hacemos penetrar la imagen del sol por una abertura mayor o menor en el cuarto oscuro y la recogemos mediante un prisma, cuyo ángulo refringente suponemos, como es regla general, situado abajo, la imagen luminosa no llega en línea recta al suelo, sino que, refractada hacia arriba aparece en una pantalla dispuesta verticalmente. Aquí se plantea imperiosamente la necesidad de señalar el conflicto existente entre el desplazamiento subjetivo y el objetivo de la imagen refractada.

318. Si a través de un prisma cuyo ángulo refringente está situado abajo miramos hacia una imagen que se encuentra en lo alto, esta imagen aparece desplazada hacia abajo, en tanto que el mismo prisma desplaza hacia arriba las imágenes luminosas que inciden sobre él. Lo que en obsequio a la brevedad exponemos aquí tan sólo a modo de reseña histórica cabe derivarlo fácilmente de los principios de la refracción y la elevación.

319. Conforme es desplazada, así, la imagen luminosa, los bordes coloreados también se desplazan de acuerdo con las reglas más arriba expuestas. El limbo violeta siempre precede, en los desplazamientos objetivos hacia arriba y en los subjetivos hacia abajo.

320. (205) Asimismo, el observador debe estudiar la coloración en diagonal en los casos en que dos primas determinan un desplazamiento en dicho sentido, según hemos puntualizado en el caso subjetivo. Hágase uso, para tal fin, de prismas cuyo ángulo sea de unos 15 grados.

321. (206, 207) Para cerciorarse de que también en este caso la coloración de la imagen tiene lugar en el sentido de su desplazamiento, practíquese en el postigo una abertura cuadrada más bien pequeña y hágase pasar la imagen luminosa por el prisma hueco, primero los contornos en sentido horizontal y vertical, luego en diagonal.

322. (208) En este caso se evidencia una vez más que hay que superponer los contornos unos a otros, no desplazarlos en trayectorias paralelas.

XXIII. *Las condiciones que rigen la intensificación del fenómeno cromático*

323. (209) Aquí también la intensidad del fenómeno cromático aumenta a la par del desplazamiento de la imagen refractada. *Lámina V*

324. (210) Tiene lugar un aumento del desplazamiento en las cinco condiciones siguientes:

1.ª Si la imagen luminosa incide más oblicuamente sobre un medio de caras paralelas;

2.ª Si las caras del medio dejan de ser paralelas sus caras o formen un ángulo, en parte porque entra en juego, también, una propiedad inherente a la masa;

3.ª Si aumenta la acción del medio, ya sean paralelas sus caras o formen un ángulo, en parte porque así la imagen es desplazada en mayor grado, en parte porque entra en juego, también, una propiedad inherente a la masa;

4.ª Si la pantalla se aleja del medio refringente, así que la imagen coloreada emergente tiene que recorrer un camino más largo;

5.ª En todas estas circunstancias actúa una propiedad química que hemos sugerido más arriba al tratar del acromatismo y el hipercromatismo.

325. (211) Los experimentos objetivos ofrecen la ventaja de que podemos representar el desarrollo del fenómeno, las etapas sucesivas de su génesis fuera de nosotros y formarnos una idea clara al respecto por medio de dibujos lineales, lo que no permiten los experimentos subjetivos.

326. Si es posible observar en una pantalla la imagen luminosa emergente del prisma y la gradual intensificación de su fenómeno cromático, así como representar secciones de este cono de base elíptica, todo el fenómeno puede ser puesto de relieve del modo más hermoso produciendo a lo largo de la trayectoria que la imagen traza a través del recinto oscuro una fina polvareda blanca, para cuyo fin se recomiendan particularmente los polvos para los cabellos; las partículas blancas captan el fenómeno más o menos coloreado y lo ofrecen a la vista en todo su largo y ancho.

327. Asimismo, hemos confeccionado y agregado a nuestras láminas dibujos lineales que representan el fenómeno desde su origen y demuestran claramente por qué los prismas colorean las imágenes luminosas mucho más intensamente que los medios de caras paralelas.

328. (212) En los dos extremos opuestos surge en ángulo agudo un fenómeno opuesto que, conforme avanza por el espacio, se va ensanchando en función de dicho ángulo. Así, en la dirección en que está desplazada la imagen luminosa, un limbo violeta se proyecta hacia la oscuridad, en tanto que un borde azul más estrecho se mantiene sobre el contorno. Del otro lado, se proyecta un limbo amarillo hacia la claridad y un borde rojo amarillento se mantiene sobre el contorno.

Lámina V

329. (213) Debe tenerse presente, pues, el movimiento de lo oscuro hacia lo claro y de lo claro hacia lo oscuro.

330. (214) La parte media de una imagen grande permanece incolora durante largo tiempo, particularmente en el caso de medios de poca densidad y efecto, hasta que los limbos y bordes opuestos entran finalmente en contacto originando en la parte media de la imagen luminosa una coloración verde.

331. (215) Por lo común se han llevado a cabo a los experimentos objetivos tan sólo a base de la imagen luminosa del sol y, hasta ahora, casi nunca respecto

a una imagen oscura. Mas hemos indicado también para tal fin un procedimiento fácil. Si se coloca el gran prisma hueco al sol y se pega un disco de cartón sobre su cara externa o interna, el fenómeno coloreado se presenta igualmente en los contornos, con arreglo a la ley consabida: se originan los bordes, se ensanchan y en la parte media aparece la coloración purpúrea. Puede agregarse al disco, en cualquier sentido, un cuadrado, para cerciorarse una vez más de lo que repetidas veces hemos expuesto y señalado más arriba. *Lámina VI*

332. (216) Si se vuelven a quitar de dicho prisma esas imágenes oscuras, debiendo limpiarse cada vez cuidadosamente las láminas de vidrio, y se interpone una varita delgada, por ejemplo un lápiz grueso, delante del punto medio del prisma horizontal, el limbo violeta y el borde rojo se superponen por completo y se perciben únicamente los tres colores, esto es, los dos exteriores y el medio.

333. Si se recorta un cartón a interponerse delante del prisma, se practica en su medio una abertura alargada horizontal y se hace pasar la luz solar a través de ella, el limbo amarillo y el borde azul se fusionan encima de la claridad y sólo se perciben el rojo amarillento, el verde y el violeta.

334. (217) De modo que el fenómeno prismático no es de ninguna manera completo y acabado al emerger la imagen luminosa del prisma. Entonces recién se perciben sus comienzos opuestos; luego se intensifica el fenómeno, los opuestos se unen y terminan por aunarse íntimamente. La sección de este fenómeno recogida en una pantalla varía en función de la distancia que media entre ella y el prisma, de modo que no puede ser cuestión de un orden constante ni de una intensidad pareja de los colores, por lo que el aficionado y observador hace bien en atenerse a la Naturaleza y nuestras láminas basadas en las leyes naturales, a las cuales se agregan, por añadidura, una explicación más y directivas adecuadas para la realización de todos los experimentos.

XXIV. *Explicación de los fenómenos indicados*

335. (218) Como ya respecto a los experimentos subjetivos hemos explicado detalladamente estos fenómenos y todo lo expuesto en aquella ocasión se aplica igualmente a los experimentos objetivos, está de más demostrar en detalle que lo que se manifiesta en forma paralela se deriva evidentemente de idéntica fuente.

336. (219) Ya hemos señalado que también los experimentos objetivos se refieren a imágenes. Por pequeño que sea el orificio por el cual pasa el sol, siempre penetra la imagen de su disco entero. Aunque se coloque al sol el prisma

más grande que pueda concebirse, siempre la imagen del sol se delimita a sí misma dentro de los contornos de las superficies refringentes y produce las imágenes concomitantes de esta delimitación. Si se interpone un cartón múltiplemente recortado delante del prisma hueco, son únicamente las imágenes de toda índole las que, desplazadas a raíz de la refracción, presentan bordes y limbos coloreados y, así, imágenes concomitantes perfectas.

337. (235) Si en los experimentos subjetivos, imágenes muy dispares han originado un fenómeno cromático muy vivo, los experimentos objetivos lo producen aun mucho más intenso y hermoso, toda vez que la imagen del sol es la más potente que conocemos; de ahí que también la imagen concomitante del astro es necesariamente muy acusada y, no obstante su carácter secundario atenuado y oscurecido, aparece magnífica y brillante. Los colores que la luz solar proyecta a través del prisma sobre los objetos son muy vivos, pues actúan en ellos a modo de fondo la potentísima luz primitiva.

338. (238) El por qué cabe calificar también a estas imágenes concomitantes de turbias y explicarlas por la teoría de los medios turbios es sin duda evidente para todo el que hasta aquí haya seguido con atención nuestra exposición, particularmente para aquellos que se procuren los aparatos necesarios para poder cerciorarse en todo momento de la energía e intensidad con que actúan los medios turbios.

XXV. *El decrecimiento del fenómeno cromático*

339. (243) Si hemos podido limitarnos a esbozar brevemente el decrecimiento del fenómeno cromático en los casos subjetivos, aquí podemos ser aún más breves y remitirnos a esa exposición clara. Sólo queremos hacer resaltar, dada la gran significación que reviste como un concepto capital de toda esta obra, lo que sigue:

340. (244-247) El decrecimiento del fenómeno prismático presupone el desarrollo del mismo. De la imagen coloreada del sol desaparecen, si la pantalla se encuentra a determinada distancia del prisma, por superposición, el azul y el amarillo, y ya no se perciben más que el rojo amarillento, el verde y el rojo azulado. Si se acerca la pantalla al medio refringente, el amarillo y el azul no tardan en reaparecer y se ven los cinco colores junto con sus gradaciones. Si se acerca aún más la pantalla, el amarillo y el azul se separan por completo, el verde desaparece y entre los bordes y limbos coloreados se presenta sin color. Conforme se reduce la distancia entre la pantalla y el prisma, dichos bordes y limbos se estrechan cada vez más, hasta que junto al prisma y en él quedan reducidos a cero.

XXVI. *Las imágenes grises*

341. (248) Hemos subrayado la importancia suma de las imágenes grises respecto a los experimentos subjetivos. Por la debilidad de las imágenes concomitantes demuestran que éstas se derivan en todos los casos de la imagen principal. Si ahora se quiere llevar a cabo también en este respecto, en forma paralela, los experimentos objetivos, cabe hacerlo cómodamente interponiendo un vidrio más o menos opaco delante de la abertura por la que penetra la imagen del sol. Se origina así una imagen débil que refractada exhibe en la pantalla colores mucho más apagados que los que presentarían en la pantalla la imagen inmediatamente derivada del disco solar. También la imagen sumamente potente del sol daría lugar tan sólo a una imagen concomitante débil, correspondiente a la atenuación. Por cierto que este experimento viene a corroborar una vez más lo que ya nos es ampliamente conocido.

XXVII. *Las imágenes coloreadas*

342. (260) Hay muchas maneras de producir imágenes coloreadas para los fines de experimentación objetiva. En primer lugar, se puede interponer vidrio coloreado delante de la abertura, lo que origina inmediatamente una imagen coloreada. En segundo término, se puede llenar el prisma hueco de líquidos coloreados. En tercer lugar, se puede hacer pasar los colores enfáticos producidos por un prisma por pequeños orificios proporcionados de una chapa y así preparar imágenes reducidas para una segunda refracción. Este último método es el menos cómodo, pues dada la marcha constante del sol no es posible fijar tal imagen ni confirmar en cualquier sentido. El segundo procedimiento también tiene ciertos inconvenientes, por cuanto no todos los líquidos coloreados pueden prepararse bien claros y puros. El primer método es, pues, el preferido, tanto más cuanto que ya hasta ahora los físicos han atribuido en la demostración idéntico efecto, a los colores originados a través del prisma por la luz solar, a los producidos por líquidos y vidrios y los fijados en papel o género.

343. Como sólo se trata de que quede coloreada la imagen, el gran prisma hueco es el medio más adecuado para tal fin; pues en vista de que pueden interponerse delante de sus grandes superficies, que dejan pasar la luz sin colorearla, un cartón en que se han practicado aberturas de variada configuración para producir imágenes diferentes y por ende imágenes concomitantes diferentes, basta con disponer delante de las aberturas del cartón vidrios coloreados para observar el efecto que la refracción, en sentido objetivo, produce sobre imágenes coloreadas.

344. Utilice el observador esa lámina ya descrita (248) con vidrios coloreados de tamaño adecuado para poder ser interpuestos delante del gran prisma hueco. Si entonces se hace pasar el sol, las imágenes coloreadas desplazadas hacia arriba por la refracción se presentan con bordes y limbos específicos, que en unos casos aparecen muy nítidos y en otros se fusionan con el color específico del vidrio realzándolo o causándole menoscabo. Todo el mundo puede convencerse de que una vez más se trata tan sólo del fenómeno simple que tan detenidamente hemos expuesto en sentido subjetivo y objetivo.

XXVIII. *Acromatismo e hipercromatismo*

345. (285-290) Después de todo lo que hemos expuesto más arriba, basta con esbozar brevemente la forma cómo pueden llevarse a cabo también en sentido objetivo los experimentos hipercromáticos y acromáticos, máxime como cabe suponer que los amigos de la Naturaleza posean ese prisma compuesto que hemos indicado.

346. Si se hace pasar a través de un prisma de crown de ángulo refringente agudo la imagen del sol, en forma que en la pantalla que la recoge aparece desplazada hacia arriba, los bordes se presentan coloreados de acuerdo con la ley consabida: el violeta y el azul arriba y afuera, el amarillo y el amarillo rojizo abajo y adentro. Como el ángulo refringente de este prisma está situado abajo, opóngase otro, proporcionado, de flint cuyo ángulo refrigente apunte hacia arriba; entonces, la imagen es vuelta a su lugar, donde a raíz del excedente de poder colorante del prisma de flint aparecerá coloreada un poco con arreglo al principio del desplazamiento hacia abajo, correspondiente a dicho prisma, o sea abajo y afuera de azul y violeta, arriba y adentro de rojo amarillento y amarillo.

347. Si se desplaza luego la imagen, mediante un prisma proporcionado de crown, otra vez un poco hacia arriba, el hipercromatismo queda anulado y la imagen del sol aparece refractada y sin embargo incolora.

348. Pueden llevarse a cabo estos experimentos paso por paso mediante un objetivo acromático compuesto de tres vidrios, si no se vacila en arrancar la cápsula en que está sujeta. Los dos vidrios convexos de crown y el vidrio cóncavo de flint, aquellos haciendo converger la imagen en el foco y éste ensanchándolo detrás de sí, presentan en el contorno los colores correspondientes. Uno de los vidrios convexos, combinado con el vidrio cóncavo, muestra los colores con arreglo al principio que rige para este último. Si se combinan todos los tres vidrios, ya se haga converger la imagen del sol en el foco o se la ensanche detrás de él, nunca

aparecen bordes coloreados y el acromatismo buscado por el artífice entra en juego una vez más.

349. Mas como el crown tiene una coloración verdosa, así que particularmente en el caso de objetivos grandes y espesos puede deslizarse cierto tinte verdoso y presentarse igualmente, bajo ciertas circunstancias, el color de púrpura complementario —fenómeno que pese a repetidos experimentos con varios objetivos no ha sido comprobado por nosotros, sin embargo—, se han ideado las más raras explicaciones y, obligado, teóricamente, a demostrar la impracticabilidad de los anteojos acromáticos, se ha experimentado cierto agrado por poder negar tan radical perfeccionamiento. Mas de esto sólo puede hablarse detenidamente en la historia de esas invenciones.

XXIX. *Combinación de los experimentos objetivos y subjetivos*

350. Del principio arriba señalado de que la refracción considerada subjetivamente actúa en sentido contrario a la considerada objetivamente (318) se infiere que una combinación de los dos tipos de experimentos da lugar a fenómenos opuestos que se neutralizan.

351. Supóngase que un prisma dispuesto horizontalmente desplaza hacia arriba la imagen del sol formada en un pared. Si el prisma es tan largo que el observador puede al mismo tiempo mirar a través de él, ve la imagen desplazada hacia arriba a raíz de la refracción objetiva desplazada de nuevo hacia abajo y en el mismo lugar donde habría aparecido sin refracción.

352. En tal caso se pone de manifiesto un fenómeno significativo, más lógico: toda vez que, como muchas veces ya hemos recalcado, la imagen del sol coloreada proyectada objetivamente sobre la pared no es una imagen acabada ni inmutable, aparece no solamente desplazada hacia abajo, sino también despojada de sus bordes y limbos y por ende incolora.

353. Si para este experimento se utilizan dos prismas idénticos, se puede disponerlos primero uno al lado del otro y hacer pasar por el uno la imagen del sol a la vez que mirar a través del otro.

354. Si el observador avanza luego con el segundo prisma, la imagen vuelve a desplazarse hacia arriba y se colorea gradualmente de acuerdo con la ley del primer prisma. Si el observador se retira de nuevo, hasta que la imagen vuelve a estar en el sitio originario, y acto seguido se aleja cada vez más, la imagen, que se

le aparece circular y sin color, se va desplazando hacia abajo y se colorea paulatinamente en sentido contrario; de modo que una misma imagen, vista a un tiempo a través y rasando el contorno del prisma, se presenta coloreada con arreglo a las leyes objetivas y subjetivas.

355. Es evidente la forma cómo puede variarse este experimento. Si el ángulo refringente del prisma, que hace que la imagen del sol aparezca objetivamente desplazada hacia arriba, es mayor que el ángulo refringente del prisma a través del cual mira el observador, éste tiene que alejarse mucho más para desplazar la imagen coloreada hacia arriba en la pared hasta que aparece incolora, y viceversa.

356. De más está decir que se puede representar también el cromatismo y el hipercromatismo por este medio. Dejamos que el aficionado puntualice por sí mismo esta cuestión; asimismo, dejamos para más adelante la exposición de otros experimentos complejos a base de prismas y lentes y una combinación variada de las observaciones objetivas y subjetivas, experimentos que derivaremos de los fenómenos simples con los cuales ya estamos familiarizados.

XXX. *Transición*

357. Dirigiendo una mirada retrospectiva a nuestra exposición y explicación de los colores dióptricos, no nos arrepentimos de haberlos tratado con detenimiento ni de haberlos estudiado con anterioridad a los demás colores físicos, sin tener en cuenta el orden que nosotros mismos habíamos indicado. Mas, en este punto de transición quisiéramos explicar un poco el por qué de nuestro proceder a nuestros lectores y colaboradores.

358. Si nos hemos detenido acaso demasiado en el estudio de los colores dióptricos, particularmente los de la segunda clase, alegamos en defensa de nuestro proceder lo siguiente: La exposición de cualquier elemento de nuestro saber puede referirse a la lógica interior de la materia a exponerse o a la necesidad de la época. En la nuestra hemos tenido que ajustarnos en todo momento tanto a la una como a la otra. De un lado, nos proponíamos exponer, según un método cuidadosamente verificado, todas nuestras experiencias, así como nuestras convicciones, y del otro, debíamos cuidar de representar algunos fenómenos conocidos, pero mal interpretados, particularmente enfocados dentro de conexiones falsas, en su desarrollo natural y su verdadero orden empírico, para que el tratamiento histórico-polémico posterior pudiera apoyarse provechosamente en una labor preliminar completa. Así, ha sido menester un mayor detenimiento en aras de la

presente necesidad. Más tarde, cuando se haya llegado a considerar simple lo simple, compuesto lo compuesto, lo primario y primordial como tal y lo derivado y secundario también como tal —entonces habrá llegado el momento de sintetizar esta exposición, tarea que, si a nosotros mismos no nos fuera dable darle cima, encomendamos a nuestros contemporáneos y sucesores serenamente activos.

359. En cuanto al orden de los capítulos, téngase presente que ni aun los fenómenos naturales afines se ligan entre sí en una sucesión propiamente dicha o serie continua, sino que reconocen como origen acciones entrelazadas; de modo que en definitiva da igual el orden en que se consideren los fenómenos, toda vez que lo único que importa es dilucidar en lo posible todos ellos para agruparlos, por último, desde un solo punto de vista, ya con arreglo a su naturaleza, ya tal como lo dicta la conveniencia.

360. Mas en el caso especial que nos ocupa cabe afirmar que a los colores dióptricos corresponde el primer puesto entre los colores físicos, tanto por su viveza sobresaliente y demás categoría, como también porque su explicación obligaba a hablar de distintas cosas que por lo pronto facilitarán mucho nuestro cometido.

361. Pues hasta ahora se ha considerado la luz como una suerte de cosa abstracta, un elemento existente y operante por sí que en cierto modo se determinaba a sí misma y al menor motivo generaba los colores. Apartar a los amigos de la Naturaleza de esta noción y hacerles notar que en los fenómenos prismáticos y otros no se trata de una luz ilimitada determinante, sino de una limitada determinada, una imagen de luz, y aun de imágenes, en fin, claras u obscuras —tal es la tarea que debe cumplirse, el objeto que hay que lograr.

362. Ya hemos expuesto en detalle lo que ocurre en los casos dióptricos, particularmente los de la segunda clase, esto es, en los casos de refracción; conocimiento que nos sirve a modo de introducción a la materia que estudiaremos más adelante.

363. Los casos catóptricos recuerdan los fisiológicos, sólo que les atribuimos mayor objetividad y en consecuencia creemos poder clasificarlos entre los físicos. Mas es de advertir que aquí también lo que hay que considerar no es una luz abstracta, sino una imagen de luz.

364. Si pasamos a los casos parópticos, si nos hemos compenetrado de lo que antecede, comprobaremos con sorpresa y satisfacción que una vez más nos encontramos en el mundo de las imágenes. Particularmente la sombra del cuerpo, como imagen secundaria que lo acompaña fielmente, nos explicará no pocas cosas.

365. Mas no nos anticipemos a la marcha de la exposición, sino avancemos paso por paso, como hasta aquí lo hemos hecho.

XXXI. *Los colores catóptricos*

366. Al hablar de colores catóptricos significamos que nos son conocidos colores que se originan a raíz de una reflexión. Partimos del supuesto de que tanto la luz como la superficie que la refleja son en sí incoloras. En este sentido, esos fenómenos se clasifican entre los colores físicos. Se originan a raíz de la reflexión, del mismo modo que los dióptricos de la segunda clase, como hemos visto, a raíz de la refracción. No nos detenemos en generalidades, sino que pasamos en seguida a considerar los casos particulares y las condiciones que dichos fenómenos presuponen.

367. Si se desarrolla una fina cuerda de acero, se la deja disponerse de acuerdo con su elasticidad en un ovillo enmarañado y se la expone a la luz diurna sobre el alféizar, se ven las partes superiores de los anillos y sinuosidades iluminadas, pero ni brillantes ni coloreadas. Mas si se asoma el sol, esta claridad se reduce a un solo punto y se percibe una diminuta y brillante imagen del sol, la cual, si se la mira de cerca, aparece sin color. Pero si el observador se retira y mira el reflejo desde cierta distancia, ve multitud de pequeñas imágenes del sol coloreadas en los tintes más diversos; si bien a primera vista parecen predominar el verde y el púrpura, a poco que se fije la atención se perciben también los demás colores.

368. Si se mira el fenómeno a través de impertinentes, desaparecen tanto los colores como el halo brillante que los circunda y se ven únicamente los puntitos luminosos, esto es, la multitud de imágenes del sol. De lo cual se infiere que el fenómeno es de carácter subjetivo y pertenece a los que hemos expuesto bajo el epígrafe de halos brillantes (100).

369. Mas es posible producir este fenómeno también objetivamente. Si se coloca un papel blanco por debajo de una abertura más bien pequeña de la cámara obscura y se expone la cuerda de acero enmarañada al sol que penetra por dicha abertura, en forma que la cuerda queda frente al papel, la luz solar cae sobre y entre las sinuosidades de la cuerda, pero no se presenta, como en la retina humana dotada de poder de concentración, en un solo punto, sino, como el papel puede recoger en todos los puntos de su superficie el reflejo de la luz, en bandas capilares coloreadas.

370. Este experimento es de índole puramente catóptrica; pues como no se concibe que la luz penetre en la superficie del acero y allí sufra alguna modifica-

ción, es fácil convencerse de que aquí se trata tan sólo de un reflexión pura, la cual, en cuanto subjetiva, se relaciona con la teoría de las luces de poca intensidad que se van extinguiendo y, en cuanto puede ser vuelta objetiva, sugiere, hasta en las manifestaciones más leves, una realidad extrahumana.

371. Hemos visto que aquí es menester, no ya una luz, sino una luz enérgica, y aun ésta no en forma abstracta y general, sino una luz delimitada, una imagen de luz, para producir este efecto. Esto se hará aún más patente cuando estudiemos casos afines.

372. Una placa pulimentada de plata emite al sol un brillo deslumbrante, mas sin que se vea ni un asomo de color. Pero si se araña levemente la superficie, se perciben, desde determinado ángulo, colores abigarrados, particularmente tintes verdes y purpúreos. El fenómeno se destaca mucho en el caso de metales labrados; mas cabe afirmar que sólo se origina si alguna imagen, una alteración de claridad y oscuridad concurre en la reflexión. Este fenómeno también puede ser objetivado en la cámara obscura.

373. Si se expone plata pulimentada a la acción de agua fuerte dejando que se disuelva el cobre y la superficie se vuelva en cierto modo rugosa y luego se hace reflejar en ella la imagen del sol, ésta brilla en cada una de las eminencias infinitamente minúsculas y la superficie presenta un cuadro abigarrado de colores. Asimismo, si se expone al sol un papel negro arrugado y se fija en él la mirada, se lo ve brillar en sus partículas más minúsculas esa multitud de colores vivísimos.

374. Todos estos fenómenos sugieren condiciones idénticas. En el primer caso, la imagen de luz se refleja en una banda estrecha, en el segundo, probablemente en artistas vivas, y en el tercero, en puntos diminutos. En todos ellos se presupone una luz intensa y delimitada, como también que el observador se encuentre a una distancia adecuada de los puntos reflectores.

375. Si se llevan a cabo estos experimentos al microscopio, la intensidad y brillo del fenómeno aumentan infinitamente; pues en tal caso se ven las partículas más minúsculas de los cuerpos, iluminadas por el sol, brillar con estos colores determinados por la reflexión, los cuales, afines a los que se originan en la refracción, se presentan aquí en su máximo esplendor. Se percibe en tal caso en la superficie de los cuerpos orgánicos como un hormigueo de colores abigarrados, fenómeno sobre el cual volveremos más adelante.

376. Por lo demás, entre los colores de la reflexión predominan el verde y el púrpura, lo que hace suponer que particularmente el fenómeno consistente en

bandas angostas se compone de una tenue raya de color púrpura bordeada a ambos lados de azul y de amarillo, respectivamente. Si las líneas llegan muy cerca unas de otras, el espacio intermedio debe aparecer de verde —fenómeno éste que nos saldrá al paso frecuentemente en el curso de nuestra exposición.

377. En la Naturaleza tales colores se presentan con frecuencia. Equiparamos los colores de las telarañas a los que se reflejan en las cuerdas de acero, si bien en ellas la impenetrabilidad no resulta tan evidente como en el caso del acero, por lo cual se ha pretendido clasificar estos colores entre los fenómenos relativos a la refracción.

378. En la madreperla se perciben finísimas fibras y laminillas orgánicas yuxtapuestas susceptibles de producir, como la plata arañada del caso más arriba consignado, multitud de colores, primordialmente púrpura y verde.

379. Corresponde mencionar aquí también los colores cambiantes del plumaje de las aves, si bien respecto a todo lo orgánico se concibe una preparación química y una asimilación del color del cuerpo, cuestión que estudiaremos al tratar de los colores químicos.

380. Es claro que los halos objetivos se relacionan igualmente con los fenómenos catóptricos, si bien es innegable que interviene también la refracción. Nos limitamos aquí a señalar unos cuantos hechos, hasta que, recorrido todo el círculo teórico, podamos aplicar de un modo más cabal lo que entonces nos será conocido en un plano general a los distintos fenómenos naturales.

381. Recordemos primero ese círculo amarillo y rojo que hemos originado en una pared blanca o grisácea colocando cerca un foco de luz (88). La luz, al reflejarse en un cuerpo, queda atenuada y esta luz atemperada determina las sensaciones de amarillo y de rojo.

382. Si tal vela ardiendo ilumina brillantemente la parte más próxima de la pared, conforme se expande la claridad se va debilitando, mas no por eso deja de ser la acción de la llama, la prolongación de su energía, la gravitación ensanchada de su imagen. De ahí que pudiera llamarse estos círculos con razón imágenes límites, toda vez que marcan el límite de la acción y en definitiva no son sino una imagen ampliada de la llama.

383. Cuando el cielo que circunda el sol aparece blanco y luminoso por llenar tenues vahos la atmósfera, y cuando vahos o nubes flotan en derredor de la luna, la imagen del disco se refleja en los mismos. Los halos que en tal caso

percibimos aparecen simples o dobles, pequeños o grandes, a veces muy grandes, con frecuencia incoloros y de vez en cuando coloreados.

384. El 15 de noviembre de 1799 vi un halo muy hermoso alrededor de la luna, en circunstancias en que la presión atmosférica estaba alta y el cielo se presentaba sin embargo lleno de nubes y vahos. El halo aparecía totalmente coloreado y como en el caso de los halos subjetivos rodeaban la luz círculos concéntricos. No tardé en cerciorarme del carácter objetivo del halo, pues no obstante que tapé la imagen de la luna el halo se presentaba con nitidez perfecta.

385. La magnitud de los halos parece guardar relación con la distancia que media entre el vaho y el observador.

386. Como los vidrios levemente empañados de las ventanas acrecientan la viveza de los halos subjetivos convirtiéndolos, por así decirlo, en halos objetivos, acaso fuera posible determinar con más precisión la naturaleza del fenómeno, mediante un procedimiento sencillo, en días de invierno en que haga mucho frío.

387. Hasta qué punto corresponde insistir también en el caso de esos círculos en la imagen y su acción queda demostrado por el fenómeno de los llamados parhelios. Tales imágenes concomitantes aparecen siempre en determinados puntos de los halos y círculos y reproducen, aunque en escala más reducida, lo que siempre ocurre, en forma más general, dentro de todo el área. Todo esto podrá ser explicado más cómodamente en relación con el fenómeno del arco iris.

388. Por último, nos resta señalar la afinidad de los colores catóptricos con los parópticos.

Llamamos parópticos a los colores que se originan cuando la luz pasa rasando el contorno de un cuerpo opaco e incoloro.

Su afinidad con los colores dióptricos de la segunda clase es evidente para todo el que, como nosotros, está convencido de que los colores de la refracción sólo aparecen en los contornos. La afinidad existente entre los colores catóptricos y los parópticos, se hará patente en el siguiente capítulo.

XXXII. *Los colores parópticos*

389. Los colores parópticos han sido llamados hasta ahora periópticos, porque se imaginaba que la luz obrada, por así decirlo, en torno del cuerpo, acción que se atribuía a cierta flexibilidad de la luz en dirección al cuerpo y en sentido contrario a dicha dirección.

390. También estos colores cabe clasificarlos en objetivos y subjetivos, toda vez que ellos también aparecen ya fuera de nosotros, como pintados en la superficie, ya dentro de nosotros, en la retina. Nos parece conveniente, en el presente capítulo, hablar primero de los objetivos, pues los subjetivos son tan afines a otros fenómenos ya conocidos que apenas pueden ser diferenciados de ellos.

391. Los colores parópticos se designan con este nombre porque presuponen que la luz pasa rasando un contorno. Mas no siempre se originan en tal condición; han de concurrir determinadas circunstancias accidentales para que aparezcan.

392. Además, es de notar que aquí también la luz no obra como algo abstracto (361), sino que se trata de la luz solar que al pasar rasando el contorno de un cuerpo origina, así, una sombra. Junto a estas sombras y dento de ellas percibimos el fenómeno cromático.

393. Mas observemos ante todo los fenómenos correspondientes a plena luz del día. Llevemos al observador al aire libre, antes de situarlo en el recinto limitado del cuarto oscuro.

394. Quien se pasea al sol en un jardín o por caminos llanos, repara fácilmente en que únicamente junto al pie que pisa el suelo su sombra aparece con nítidos contornos, en tanto que más arriba, particularmente alrededor de la cabeza, ella se esfuma suavemente en la superficie clara. Pues la luz solar, al irradiar no solamente del centro del sol, sino también de ambos extremos del astro, dando lugar a una acción cruzada, determina una paralaje objetiva que produce una penumbra a uno y otro lado del cuerpo.

395. Si el paseante levanta la mano, percibe distintamente, junto a los dedos, la divergencia de las dos penumbras hacia afuera y el estrechamiento de la sombra hacia adentro —lo uno y lo otro consecuencia de la acción cruzada de la luz solar.

396. Cabe repetir y variar estos experimentos frente a una pared lisa con varas de diferente espesor o bien con bolas; siempre se observa que conforme el cuerpo se aleja de la pared se ensancha la débil sombra doble y se estrecha la fuerte sombra principal, hasta que ésta parece borrada por completo y aun las sombras dobles se tornan finalmente tan tenues que casi desaparecen, volviéndose en efecto imperceptibles al aumentar aún más la distancia.

397. Que estos fenómenos son el resultado de la acción cruzada de la luz se comprende fácilmente; también la sombra de un cuerpo puntiagudo exhibe distintamente dos puntas. Debemos, pues, tener presente en todo momento que en este

caso actúa toda la imagen del sol, que produce sombras, las desdobla y, finalmente, hasta las anula.

398. Si en vez de los cuerpos sólidos se hace pasar la luz solar por aberturas yuxtapuestas de diferente diámetro y se la proyecta sobre una pantalla dispuesta a alguna distancia, se comprueba que la imagen clara que el sol produce en la pantalla es más grande que la abertura; lo que se explica por el hecho de que un contorno del sol brilla aún por el lado opuesto de la abertura cuando ya el otro está tapado. De ahí que la imagen clara es menos luminosa en los contornos.

399. Si se recurre a aberturas cuadradas, de cualquier diámetro, la imagen clara aparece en una pantalla dispuesta a nueve pies de las aberturas a cada lado una pulgada más grande que la abertura, lo que concuerda más o menos con el ángulo del diámetro solar aparente.

400. Es natural que la luminosidad disminuya gradualmente en los contornos, pues finalmente tan sólo un mínimo de la luz solar periférica puede ejercer su acción cruzada por el contorno de la abertura.

401. He aquí otra prueba de que debemos cuidarnos muy mucho de suponer rayos, fascículos y haces de rayos paralelos u otras cosas hipotéticas (309 y s.).

402. Cabe considerar, por el contrario, el brillo del sol o de cualquier luz como una reflexión infinita de la imagen luminosa finita; de lo cual se infiere que toda abertura cuadrada por la que penetra el sol produce a cierta distancia una imagen circular.

403. Por más que se repitan esos experimentos a base de aberturas de distintas configuraciones y diámetros, siempre se presenta, en variaciones, el mismo fenómeno; comprueba el observador en todos los casos que a plena luz y cuando la luz solar pasa simplemente rasando un contorno no se produce ningún fenómeno cromático.

404. Ocupémonos pues de los experimentos con la luz de poca intensidad que se requiere para que se originen colores. Si se practica una pequeña abertura en el postigo del cuarto oscuro y se recoge en un papel blanco la imagen del sol, se percibe una luz tanto más débil cuanto más pequeña es la abertura —consecuencia lógica de la circunstancia de que la luminosidad es determinada, no por el sol en su totalidad, sino tan sólo por distintos puntos, esto es, parcialmente.

405. Si se observa atentamente esta imagen débil del sol, se advierte que es cada vez más débil hacia la periferia y aparece rodeada de un limbo amarillo, que

se presenta particularmente vivo cuando una niebla o una nube traslúcida pasa por delante del sol atenuando su luz. ¿Cómo no va a acudir inmediatamente a nuestra memoria el recuerdo de ese halo proyectado sobre la pared y del área luminosa producida por un foco de luz dispuesto cerca (88)?

406. Mirando aún más de cerca esa imagen del sol se comprueba que este limbo amarillo no es todo; en efecto, se percibe un segundo círculo, de color azul, cuando no una repetición a modo de halo del limbo coloreado. Si es muy profunda la oscuridad reinante en el cuarto, se ve que también influye el cielo iluminado contiguo al sol; se percibe en el papel el cielo azul y aun todo el paisaje y se tiene así otra prueba de que no se trata más que de la imagen del sol.

407. Si se utiliza una abertura cuadrada algo más grande, que el sol, al penetrar por ella, no transforma en seguida en una abertura circular, se ven distintamente las penumbras de cada contorno, su concurrencia en los ángulos y su coloración, de acuerdo con los principios que han regido el fenómeno arriba expuesto de la abertura circular.

408. Hemos atenuado, pues, una luz de acción paraláctica haciéndola pasar por pequeñas aberturas; mas no la hemos despojado de su propiedad paraláctica, así que puede producir una vez más sombras dobles de los cuerpos, bien que con efecto restringido. Se trata de aquellas en que se ha reparado hasta ahora; que se presentan en una serie de círculos claros y oscuros, coloreados e incoloros y originan gran número y aun una infinidad de halos. Se las ha dibujado y grabado muchas veces exponiendo agujas, cabellos y otros objetos angostos a la luz atenuada reparando en las múltiples sombras dobles semejantes a halos, que se atribuían a una capacidad de la luz para doblarse hacia afuera y hacia adentro pretendiendo explicar así cómo la sombra propia era susceptible de quedar eliminada y una claridad podía sustituirse a la oscuridad.

409. No obstante, nosotros sostenemos por lo pronto que se trata una vez más de sombras dobles paralácticas que se presentan con limbos y halos coloreados.

410. Una vez observado, dilucidado y comprendido todo esto, puede pasarse al experimento con hojas de cuchillo, que en definitiva no consiste sino en la circunstancia de que se juntan y superponen paralácticamente unos a otros las penumbras y halos que ya nos son conocidos.

411. Por último, corresponde llevar a cabo y estudiar esos experimentos con agujas, cabellos y alambres, con esa media luz determinada por el sol y la que se deriva del cielo azul y se manifiesta en el papel, lo cual servirá para compenetrarse cada vez más del verdadero carácter de dichos fenómenos.

412. Mas como en estos experimentos se trata de convencerse del efecto paraláctico de la luz irradiada, puede facilitarse la tarea recurriendo a dos luces, método que permite superponer y separar totalmente las dos sombras. De día pueden utilizarse dos aberturas practicadas en el postigo de la ventana y de noche dos velas ardiendo; hasta sobrevienen en los edificios, al ser abiertos y cerrados postigos, circunstancias accidentales que permiten observar estos fenómenos mejor que los aparatos más complejos. Todos ellos pueden observarse experimentalmente confeccionando una caja adentro de la cual pueda mirarse desde arriba y cuya puerta se entorna lentamente tras haber hecho penetrar una doble luz. De más está decir que en tal caso aparecen fácilmente las sombras coloreadas que hemos considerado en relación con los colores fisiológicos.

413. En un plano general, conviene tener presente lo que más arriba hemos expuesto acerca de la naturaleza de las sombras dobles, las medias luces, etcétera y, particularmente, llevar a cabo experimentos con gradaciones de gris yuxtapuestas en forma diversa, donde cada banda aparece clara respecto a la adyacente oscura y oscura respecto a la adyacente clara. Si a la noche se originan con tres o más focos de luz sombras que se superponen gradualmente, es dable observar distintamente este fenómeno y convencerse de que se está en presencia del caso fisiológico que hemos expuesto más arriba (38).

414. El tiempo dirá si todos los fenómenos que acompañan los colores parópticos pueden ser explicados por la teoría de la luz atenuada, las penumbras y la determinación fisiológica de la retina o si es preciso recurrir a determinadas propiedades inherentes a la luz, como se ha hecho hasta ahora. Baste aquí con haber puntualizado las condiciones en que se originan los colores parópticos; por lo demás, esperamos que los amigos de la Naturaleza no pasarán por alto nuestras insinuaciones de la conexión con lo que hemos expuesto más arriba.

415. Toda persona que piense un poco establecerá una afinidad de los colores parópticos con los dióptricos de la segunda clase. En ambos casos se trata de contornos, como también de una luz que pasa rasando el contorno, así que es muy natural que los efectos parópticos puedan ser reforzados, intensificados y realzados por los dióptricos. Mas sólo puede ser cuestión de los casos de refracción objetiva en que la imagen luminosa brilla efectivamente a través del medio; éstos acusan en definitiva una afinidad con los parópticos, en tanto que los casos de refracción subjetiva, en que vemos las imágenes a través del medio, nada tienen que ver con los parópticos.

416. La conexión de los colores parópticos con los catóptricos se infiere de lo que antecede; pues la circunstancia de que los colores parópticos sólo se

originan en rayas, puntos, cuerdas de acero y tenues hilos sugiere el caso de una luz que brilla rasando un contorno. La luz debe reflejarse en un contorno para que nuestra retina perciba un color. Ya se ha señalado más arriba que también aquí se presuponen una imagen luminosa limitada y una luz atenuada.

417. Poco diremos de los colores parópticos subjetivos, porque se relacionan en parte con los fisiológicos, en parte con los dióptricos de la segunda clase y en su mayor parte parecen no corresponder apenas a este capítulo, si bien proporcionan al observador atento datos útiles acerca de toda la teoría y sus conexiones.

418. Si se coloca una regla delante de los ojos en forma que la llama de la luz se asoma por encima de ella, se ve como una mella allí donde sobresale la luz. Parece que este fenómeno se explica por el poder expansivo que tiene la luz en la retina (18).

419. El mismo fenómeno se manifiesta en gran escala a la salida del sol, el cual, cuando sale puro, pero no demasiado brillante, así que no deslumbra, siempre parece que practicara una entalladura profunda en la línea del horizonte.

420. Quien en un día gris se acerca a la ventana, así que el crucero oscuro se recorta sobre el cielo encapotado de nubes, fija la mirada en el travesaño e, inclinando la cabeza un poco hacia adelante, empieza a parpadear y a mirar hacia arriba, no tarda en percibir abajo del travesaño un hermoso limbo rojo amarillo y arriba de él otro no menos hermoso de color celeste. Cuanto más oscuro y parejo está el gris del cielo, más crepuscular la luz que llena la habitación y más descansada, en consecuencia, la vista, tanto más vivo es el fenómeno, si bien un observador atento lo percibe aún en pleno **día**.

421. Si entonces se echa atrás la cabeza y se parpadea en forma que se ve el travesaño del crucero debajo de sí mismo, el fenómeno se presentará a su vez invertido, esto es, con el limbo amarillo arriba y el azul abajo.

422. En un cuarto oscuro es donde pueden llevarse a cabo mejor estos experimentos. Si se coloca delante de la abertura sobre la cual suele atornillarse el microscopio solar un papel blanco, se ve el contorno inferior del círculo azul y el superior amarillo, incluso cuando se tiene los ojos totalmente abiertos o sólo se los entrecierra hasta el punto que ya no aparece halo alguno alrededor del área blanca. Si se reclina la cabeza, los colores se presentan invertidos.

423. Estos fenómenos parecen explicarse por la tesis de que los humores de nuestros ojos sólo son acromáticos, en definitiva, en el centro y que hacia la

periferia y en posiciones insólitas, como cuando se alza y se baja la cabeza, queda efectivamente una propiedad cromática, particularmente cuando se miran imágenes de contornos nítidos. De ahí que estos fenómenos se cuentan acaso entre los que son afines a los dióptricos de la segunda clase.

424. Colores parecidos se originan si a través del agujero hecho en un naipe con un alfiler se miran imágenes blancas y negras. Puede sustituirse la imagen blanca por la abertura practicada en la chapa de la cámara oscura, siempre que ésta esté adaptada para los colores parópticos.

425. Si se mira a través de un tubo cuyo extremo abierto inferior está estrechado o determinado por distintos recortes, aparecen igualmente los colores.

426. Con los fenómenos parópticos se relacionan a mi entender los siguientes: Si se acerca al ojo la punta de una aguja, se origina en la retina una doble imagen. Muy singular es lo que ocurre si se mira a través de las hojas de cuchillo adaptadas para los experimentos parópticos hacia el cielo encapotado; se mira como a través de un velo y se presentan en la retina muchos hilos, que en definitiva no son sino las imágenes repetidas de los filos de las hojas, cada una de las cuales está condicionada sucesivamente por la subsiguiente, con toda probabilidad también paralácticamente por la opuesta, y convertida en un hilo aparente.

427. Por último, cabe señalar que si se mira a través de las hojas hacia una abertura existente en el postigo de la ventana, aparecen en la retina las mismas bandas y halos coloreados que en el papel.

428. Queremos concluir por lo pronto este capítulo, tanto más cuanto que un amigo nuestro ha tomado a su cargo la tarea de verificar detenidamente todos los experimentos; esperamos dar cuenta de sus comprobaciones en ocasión de la revisión de las láminas y del aparato.

XXXIII. *Los colores epópticos*

429. Si hasta aquí hemos tratado de colores que si bien aparecen muy vivos desaparecen en cuanto cesan las condiciones que presuponen, ahora consideramos colores que también son pasajeros, pero bajo determinadas circunstancias se fijan hasta el punto de persistir aun cuando han cesado las condiciones que les han dado origen y en consecuencia constituyen una modalidad intermedia entre los colores físicos y los químicos.

430. Se originan por diversas causas, espontáneamente, en las superficies de cuerpos incoloros, y los vamos a estudiar desde su aparición más fugaz hasta sus modalidades más perdurables, en sus distintas condiciones de desarrollo, que resumimos como sigue:

431. Primera condición: contacto de dos superficies planas de objetos duros y transparentes.

Primer caso: cuando se juntan masas de vidrio; placas de vidrio no lentes.

Segundo caso: cuando se produce una fisura en una masa compacta de vidrio, cristal o hielo.

Tercer caso: cuando se separan laminillas de piedras transparentes.

Segunda condición: cuando se sopla contra una superficie de vidrio o una piedra tallada.

Tercera condición: combinación de las dos condiciones citadas, o sea cuando se sopla contra la placa de vidrio, se coloca otra encima, se las comprime originando los colores y se las vuelve a separar; córrense entonces a la par los colores y desaparecen con el paño.

Cuarta condición: burbujas de distintos líquidos, jabón, chocolate, cerveza, vino, así como tenues burbujas de vidrio.

Quinta condición: finísimas películas y laminillas de soluciones de minerales y metales; la película calcárea, la superficie de aguas estancadas, particularmente las ferruginosas, como también las películas de aceite que sobrenadan en la superficie de agua, en particular las de barniz en la superficie de agua fuerte.

Sexta condición: cuando se caldean metales y se oxidan el acero y otros metales.

Séptima condición: cuando es atacada la superficie de vidrio.

432. Primera condición, primer caso: Cuando entran en contacto dos vidrios convexos, un vidrio convexo y otro plano o, señaladamente, un vidrio convexo y otro cóncavo, se originan círculos concéntricos coloreados. A la menor presión se manifiesta el fenómeno, que puede ser llevado a través de distintas etapas de intensidad. Vamos a describirlo inmediatamente en su fase culminante, para poder comprender luego tanto mejor las distintas etapas por que atraviesa.

433. El centro es incoloro; allí donde la presión más fuerte fusiona, por así decirlo, los dos vidrios en uno solo, se presenta un punto gris oscuro, rodeado de un área de color de plata y, a intervalos decrecientes, distintos anillos aislados que en su totalidad exhiben tres colores ligados entre sí. Cada uno de dichos anillos, cuyo número asciende a tres o cuatro, es amarillo en el borde inferior, purpúreo en el medio y azul en la periferia. Cada dos anillos están separados por un área de color de plata. Los últimos anillos, hacia la periferia del fenómeno, están próximos el uno al otro; alternan con púrpura y verde, sin que medie un área de color de plata perceptible.

434. Vamos a observar ahora el gradual desarrollo del fenómeno a partir de la más leve presión.

435. A la más leve presión, el centro aparece teñido de verde; luego siguen, hasta la periferia de todos los círculos concéntricos, anillos purpúreos y verdes relativamente anchos y entre los cuales no hay ni pizca de área de color de plata. El centro verde se origina por la mezcla del azul de un círculo no desarrollado con el amarillo del primer círculo. A esta leve presión inicial, todos los demás círculos son anchos; sus bordes amarillos y azules se mezclan produciendo el hermoso verde. En cambio, el color de púrpura de los distintos anillos permanece puro e intacto; de ahí que todos los círculos exhiben estos dos colores.

436. Cuando aumenta un poco la presión, el primer círculo se aleja algo del no desarrollado y se separa de él, así que ahora se presenta nítidamente. El centro aparece como un punto azul, por estar separado ahora de él, por un área de color de plata, el amarillo del primer círculo. Del azul se desarrolla en el medio un color de púrpura, que en todo momento conserva hacia afuera su correspondiente borde azul. El segundo anillo y el tercero, contando de adentro afuera, ya se hallan totalmente aislados. Si se presentaran casos que se apartan de esta regla, se sabrá explicarlos por lo que antecede y lo que se expone a continuación.

437. Conforme aumenta la presión, el centro se torna amarillo y se presenta circuido de un borde purpúreo y otro azul. Finalmente este amarillo también se retira por completo del centro. Queda formado el círculo más interior y el amarillo rodea su circunferencia. Entonces, todo el centro aparece de color de plata, hasta que bajo la presión más fuerte surge el punto oscuro y culmina el fenómeno, tal como ha sido descrito al comienzo.

438. Las dimensiones de los anillos concéntricos y sus respectivas distancias se relacionan con la configuración de los vidrios que se comprimen.

439. Hemos señalado más arriba que el centro coloreado consiste en un círculo no desarrollado. Ahora bien, a la más leve presión se observa muchas veces que están allí, como en germen, varios círculos no desarrollados, que pueden ser desarrollados paulatinamente ante la mirada del observador.

440. La regularidad de estos anillos se deriva de la configuración del vidrio convexo y el diámetro del fenómeno depende del segmento de esfera según el cual está tallada la lente. De lo cual se infiere que si se ponen en contacto vidrios planos sólo se producen fenómenos irregulares que aparecen ondulantes y desde el punto de la presión se expanden en todas direcciones. Mas por este medio se

logra un espectáculo mucho más hermoso que aquél y que resulta sugestivo y atrayente para todo observador. Si se lleva a cabo el experimento por este medio, se observa, como arriba, que a una presión leve se originan las ondas verdes y de color púrpura y al aumentar la presión se aislan bandas azules, purpúreas y amarillas. En el primer caso sus contornos exteriores entran en contacto, en tanto que en el segundo se hallan separados unos de otros por un área de color de plata.

441. Antes de puntualizar este fenómeno, queremos indicar el medio más cómodo de producirlo.

Si se coloca sobre la mesa, delante de una ventana, un gran vidrio convexo y encima de él una placa de vidrio de espejo bien pulimentado, más o menos del tamaño de un naipe, la placa ejerce por su simple peso presión suficiente para originar alguno que otro de los fenómenos descritos, y por la mera diferencia de peso de la placa y otras circunstancias accidentales, por ejemplo desplazando la placa de vidrio hacia el lado curvo del vidrio convexo, donde su presión es menor que en el centro, pueden producir sucesivamente todas las fases arriba expuestas.

442. Para observar el fenómeno, hay que mirar oblicuamente la superficie en que se presenta. A este respecto, es muy extraño que conforme el observador se inclina y mira el fenómeno bajo un ángulo cada vez más agudo no solamente se expanden los círculos, sino que del centro se desarrollan otros círculos de los que no se ha visto ni rastro al mirar la superficie perpendicularmente, así se hubiera empleado la más poderosa lupa de aumento.

443. Para lograr que el fenómeno sea todo lo hermoso que puede ser debe procederse con sumo cuidado. Si se utilizan placas de vidrio de espejo, conviene ponerse guantes de cuero; pueden así limpiarse fácilmente, antes de llevar a cabo el experimento, las caras internas, que deben establecer un contacto perfecto, y mantenerse limpias las externas incluso durante el experimento.

444. Por lo que antecede se ve que se requiere el contacto perfecto de dos superficies tersas. Conviene utilizar vidrios pulimentados. Dos placas de vidrio firmemente adheridas la una a la otra exhiben los colores más hermosos; de lo cual se infiere que el fenómeno se intensifica si se extrae el aire mediante una bomba neumática.

445. El fenómeno de los anillos coloreados resulta particularmente hermoso si se juntan un vidrio convexo y otro cóncavo tallados según un mismo segmento de esfera. Nunca lo he visto tan magnífico como mediante el objetivo de un anteojo acromático, en que el crown establece un contacto perfecto con el flint.

446. Si se juntan dos superficies desparejas, por ejemplo un cristal tallado y una placa de vidrio, el efecto es raro; el fenómeno no se presenta bajo forma de grandes ondas fluctuantes, como cuando se combina vidrio con vidrio, sino pequeño, quebrado, como interrumpido, de modo que parece que la superficie del cristal tallado no establece con el vidrio un contacto tan continuo como vidrio con vidrio.

447. Desaparece el fenómeno cromático al llegar al máximo la presión, que traba las dos superficies tan íntimamente que parecen fundirse en un solo objeto. Desarróllase en consecuencia en el centro el punto oscuro, porque la lente comprimida ya no refleja luz en este sitio, el cual, visto delante de un foco luminoso, aparece totalmente claro y transparente. Cuando cede la presión, los colores desaparecen paulatinamente, y del todo cuando se procede a separar las dos superficies.

448. Los mismos fenómenos se dan también en dos casos parecidos. Cuando masas transparentes enteras se separan en forma que las superficies de sus partes permanecen en contacto suficiente, se observan en mayor o menor grado idénticos círculos y ondas. Cabe producirlos con gran nitidez sumergiendo en agua una masa de vidrio caliente, en cuyas fisuras pueden observarse cómodamente los colores en los más variados dibujos. La Naturaleza nos muestra a menudo el mismo fenómeno en el cristal de roca resquebrajado.

449. Donde este fenómeno se da muy frecuentemente en el reino mineral es en el caso de piedras de estructura laminosa. Esas laminillas primitivas ciertamente están tan íntimamente unidas que las piedras de este tipo pueden aparecer totalmente transparentes e incoloras, pero a raíz de ciertos accidentes se separan las laminillas interiores, sin interrumpir el contacto, dando lugar al fenómeno; el cual es bastante frecuente en los espatos calizos, el espejuelo, la adularia y otros minerales de estructura parecida. Era, pues, ignorar las causas más inmediatas de un fenómeno originado con mucha frecuencia por circunstancias accidentales el atribuirle tanta importancia en la mineralogía y considerar particularmente valiosos los ejemplares que lo exhibían.

450. Sólo nos resta hablar de la inversión singularísima de este fenómeno de que nos dan cuenta los naturalistas. Resulta que si en vez de observar los colores con luz reflejada se los mira con luz refractada, aparecen, según ellos, en el mismo lugar los colores opuestos, que en el capítulo relativo a los colores fisiológicos hemos señalado como colores complementarios; en vez del azul se vería amarillo; en lugar del rojo, verde, etcétera. Corresponde puntualizar más adelante los experimentos pertinentes, máxime como tenemos aún algunas dudas al respecto.

451. Si ahora se nos pidiese que expusiéramos algunas nociones generales acerca de los colores epópticos que se originan bajo la primera condición y relacionáramos estos fenómenos con los físicos arriba expuestos, diríamos lo que sigue:

452. Los vidrios que se precisan para los experimentos deben considerarse como algo que empíricamente posee la máxima transparencia posible. Sin embargo, estamos convencidos de que el contacto íntimo determinado por la presión los enturbia en seguida, por más que levemente, en las superficies. Dentro de esta turbiedad se originan los colores; cada anillo comprende todo el sistema, pues la circunstancia de que los dos colores opuestos, el amarillo y el azul, se hallan unidos en sus extremos rojos produce el color de púrpura, en tanto el verde, como en el experimento prismático, nace del contacto del amarillo con el azul.

453. Ya más arriba hemos visto que la aparición del color involucra el desarrollo de todo el sistema; así lo requiere, por lo demás, por naturaleza, todo fenómeno físico, el mismo concepto de la polaridad, manifestándose así una unidad fundamental.

454. El hecho de que con luz refractada aparece otro color que con luz reflejada nos recuerda los colores dióptricos de la primera clase, que hemos visto originarse del mismo modo de la turbiedad. Que también en el presente caso está de por medio una turbiedad parece indudable, pues la trabazón íntima de placas del vidrio más terso determina una semiunión que roba a una y otra superficie un poco de tersura y transparencia. Y ahí está, ante todo, el hecho de que en el centro, donde la lente se halla más adherida al otro vidrio y se establece una unión perfecta, se origina una transparencia absoluta, sin un asomo de color.

455. Segunda condición: Si se limpia con el dedo un vidrio empañado y acto seguido se sopla de nuevo contra él, se perciben colores que se entremezclan vivamente, se comen conforme va desapareciendo el paño y terminan por desaparecer a la par de él. Si se repite la operación, los colores se presentan más vivos y hermosos y también parecen persistir más tiempo que las primeras veces.

456. Si bien este fenómeno dura muy poco y aparece confuso, creo haber advertido lo siguiente: Al principio se presentan todos los colores fundamentales y sus compuestos; si se sopla más fuerte, pueden observarse fases sucesivas del fenómeno, siendo de notar que cuando el paño se va corriendo desde todos lados hacia el centro del vidrio el color azul es el último en desaparecer.

457. El fenómeno surge más fácilmente entre las tenues rayas que el dedo traza pasando sobre la superficie tersa, o bien presupone otra disposición en cierto

modo rugosa de la superficie del objeto. En algunos vidrios el mero soplo produce el fenómeno cromático, en tanto que en otros es necesario frotar con el dedo; más aún, he encontrado vidrios de espejo pulimentados que en una cara, al soplarse contra ella, presentaba en seguida muy vivos los colores; en la otra, en cambio, no. A juzgar por las facetas que quedaban, ésta había sido en un tiempo la luna azogada.

458. Estos experimentos se llevan a cabo mejor con tiempo frío, porque el vidrio se cubre del paño en forma más rápida y pura y éste desaparece luego más rápidamente. Así, también, es dable observar el fenómeno en grande cuando con tiempo muy frío se va en el coche, con las ventanillas muy limpias. El aliento de los ocupantes del coche cubre los vidrios de tenue paño y origina inmediatamente un fenómeno cromático muy vivo. No he podido observar un orden determinado en el desarrollo del fenómeno. Los colores aparecen particularmente vivos cuando un objeto oscuro les sirve de fondo. Mas este espectáculo cromático dura muy poco; en cuanto el paño se concentra en gotas más gruesas o se congela en forma de agujas de hielo desaparece el fenómeno.

459. Tercera condición: Se pueden combinar los dos experimentos de la presión y el soplo, soplando contra un vidrio y aplicando seguidamente contra él el otro. En tal caso aparecen los mismos colores que cuando se juntan dos vidrios contra los cuales no se ha soplado, sólo que la humedad causa aquí y allá alguna interrupción de las ondas. Cuando se separa las dos placas de vidrio haciendo correr la una sobre la otra, el paño va desapareciendo coloreado.

460. Mas pudiera afirmarse que este experimento combinado no revela más que los simples, pues parece que los colores determinados por la presión desaparecen conforme uno separa los vidrios haciendo correr el uno sobre el otro, a lo cual el paño va desapareciendo a su vez con sus propios colores.

461. Cuarta condición: En casi todas las burbujas es dable observar fenómenos cromáticos. Las de agua de jabón son las más conocidas y se prestan particularmente para producir colores hermosos. Mas se los percibe también en el vino, la cerveza, las bebidas alcohólicas puras y, sobre todo, en la espuma del chocolate.

462. Así como más arriba hemos indicado el requisito de un espacio infinitamente angosto entre dos superficies en contacto, cabe considerar la película de la burbuja de agua de jabón como una hojuela infinitamente delgada entre dos cuerpos elásticos; pues el fenómeno se presenta, en definitiva, entre el aire interior que infla la burbuja y el aire atmosférico exterior.

463. La burbuja aparece al principio incolora; luego se insinúan trazos coloreados, como en el papel jaspeado, los que finalmente cubren toda la burbuja o, más propiamente, son extendidos sobre ella al inflársela.

464. Hay diversas maneras de inflar las burbujas. Puede hacérselo libremente sumergiendo la paja en el agua de jabón e inflando la burbuja que pende del extremo soplando a través de la paja; en este caso es difícil estudiar el desarrollo del fenómeno cromático, porque la rotación rápida impide la observación exacta y se confunden todos los colores; con todo, se advierte que el fenómeno cromático se inicia en el extremo de la paja. Otro procedimiento consiste en soplar contra el agua de jabón misma, pero con cuidado, para que no se desarrolle más que una burbuja. Esta permanece blanca, si no se la infla mucho; pero a menos que haya un exceso de agua, se originan alrededor del eje perpendicular de la burbuja círculos, que aparecen, en general, alternativamente de color verde y púrpura, presentándose muy próximos unos a otros. Por último, también es posible producir simultáneamente varias burbujas no separadas del todo del agua de jabón; en este caso los colores se originan en las paredes donde dos burbujas se han aplastado una contra la otra.

465. En las burbujas de espuma de chocolate es casi más fácil aun observar los colores que en las burbujas de agua de jabón. Son más persistentes, bien que más pequeñas. El calor genera y mantiene en ellas un movimiento que parece necesario para el desarrollo y ordenamiento del fenómeno.

466. Si la burbuja es pequeña o encerrada entre otras, las líneas coloreadas semejantes al jaspeado de papel recorren su superficie; vense entreverarse todos los colores de nuestro esquema: los puros, los exaltados y los mixtos, todos bien vivos y hermosos. En las burbujas pequeñas persiste el fenómeno.

467. Si la burbuja es más bien grande o queda aislada poco a poco al ir reventando las circundantes, se advierte pronto que el movimiento confuso de los colores no es exento de fin; vemos desarrollarse en el punto más alto de la burbuja un pequeño círculo que en el centro aparece amarillo y alrededor del cual se mueven todavía trazas coloreadas vermiformes.

468. Al poco tiempo el círculo se ensancha y desciende hacia todos lados. Permanece amarillo en el centro, en tanto que hacia abajo y afuera se tiñe de color púrpura y, muy pronto, de azul. Abajo de él se desarrolla otro círculo, que exhibe los mismos colores en idéntico orden. Si los dos círculos están suficientemente próximos el uno al otro, de la mezcla de los colores periféricos resulta una coloración verde.

469. Cuando yo podía contar tres círculos principales así, el centro aparecía sin color y este espacio se ensanchaba gradualmente conforme descendían los círculos, hasta que la burbuja reventaba finalmente.

470. Quinta condición: De diverso modo pueden originarse películas muy tenues, en las que es dable observar un vivo fenómeno cromático; todos los colores se presentan o en el orden arriba consignado o en una mezcla confusa. Si se disuelve cal viva en agua, ésta no tarda en cubrirse con una película coloreada. Lo mismo ocurre en la superficie de aguas estancadas, particularmente de las ferruginosas. Las laminillas del tártaro fino que se fijan en las botellas, sobre todo del vino tinto francés, brillan en hermosísimos colores si se las desprende con cuidado mojándolas y se las expone a la luz del día. Las gotas de aceite que sobrenadan en la superficie del agua, aguardiente y otros líquidos originan asimismo tales anillos y destellos. Mas el experimento más hermoso es el siguiente: Si se vierte agua fuerte en una fuente poco profunda y un pincel se agregan gotas de ese barniz que usan los grabadores para tapar durante el trabajo determinadas partes de sus planchas, se forma inmediatamente una película, que se ensancha en círculos concéntricos produciendo los más vivos colores.

471. Sexta condición: Cuando se caldean metales, se originan en su superficie en sucesión fugaz colores, que sin embargo pueden ser fijados a voluntad.

472. Si se calienta acero pulido, a determinado grado de calor toma una coloración amarilla. Si se lo retira rápidamente de los carbones, conserva este color.

473. En cuanto aumenta el calor, el amarillo se torna más saturado y no tarda en transformarse en color púrpura. Este es difícil de fijar, pues se transforma muy pronto en azul subido.

474. Puede fijarse este hermoso azul retirando el acero rápidamente de la brasa y metiéndolo en ceniza. Así se producen los trabajos de pavonado. Si se sigue calentando el acero, no tarda en tomar y conservar un color celeste.

475. Estos colores se corren como un hálito sobre la superficie del acero. Diríase que huyen unos de otros; mas en definitiva cada uno se desarrolla del precedente.

476. Si se expone la hoja de una navaja a una llama, se origina una banda coloreada a través de la hoja. La parte de la banda que ha estado más expuesta a la llama aparece de color celeste, que tira gradualmente a rojo azulado; sigue, en el medio, el color púrpura, luego rojo amarillento y, finalmente, amarillo.

477. Este fenómeno se deriva del precedente; pues hacia la base la hoja está menos caliente que en la punta expuesta a la llama, así que todos los colores que de ordinario aparecen sucesivamente se presentan a un tiempo y se fijan fácilmente.

478. Robert Boyle señala esta sucesión de colores como sigue: *A florido flavo ad flavum saturum et rubescentem (quem artifices sanguineum vocant), inde ad languidum, postea ad saturiorem cyaneum.* Esta frase sería correcta si se pusiese el vocablo *languidus* en el lugar de *saturior* y éste en el de aquél. Acerca de la afirmación de que los distintos colores influyen sobre los grados del endurecimiento subsiguiente no queremos aventurar un juicio. Los colores son aquí tan sólo un indicio de los distintos grados de calor.

479. Si se calcina plomo, la superficie se pone por lo pronto grisácea. Al aumentar el calor, este polvo grisáceo se torna amarillo y finalmente anaranjado. También la plata calentada exhibe colores. Cuando se funden vidrios metálicos, se originan asimismo colores en la superficie.

480. Séptima condición: Cuando es atacada la superficie del vidrio. Ya nos ha llamado la atención, más arriba, el fenómeno del paño de los vidrios.

481. El vidrio blanco se empaña fácilmente, como también el vidrio fundido y a continuación biselado; el vidrio azulado, menos, y en menor grado aun el verde.

482. Las placas de vidrio tienen dos caras, una de las cuales es la de espejo. Es la que en el horno está arriba y en la cual se notan eminencias redondas. Es más tersa que la otra cara, que en el horno está abajo y a veces exhibe arañazos. En las habitaciones se prefiere en consecuencia la cara de espejo, porque la humedad, al filtrarse por las paredes, no la ataca tanto, de modo que el vidrio no se empaña tan fácilmente.

483. El paño del vidrio se transforma paulatinamente en un fenómeno cromático susceptible de alcanzar gran intensidad y en el cual puede advertirse acaso también cierto orden o alguna ley.

484. De modo que hemos recorrido también el círculo de los colores físicos, desde su más leve efecto hasta allí donde estos fenómenos fugaces se fijan en los objetos, y nos asomamos al mundo de los colores químicos; más propiamente, ya estamos en pleno mundo de los colores químicos, lo cual demuestra la continuidad de nuestra exposición. Si al final de esta parte hemos de hacer algunas observaciones generales y señalar su conexión interior, quisiéramos agregar a lo que hemos dicho más arriba (451-454) lo que sigue:

485. La coloración del acero elevado a la temperatura del rojo y las demás observaciones afines pueden acaso explicarse fácilmente por la teoría de los medios turbios. El acero pulido refleja intensamente la luz. Si se figura la coloración determinada por el calor como un leve enturbiamiento, en seguida debe presentarse un amarillo claro, que conforme aumenta el enturbamiento ha de aparecer cada vez más subido y rojizo, hasta ceder finalmente el lugar al color púrpura y de rubí. Si este color llegase, por último, a ser todo lo oscuro posible, la turbiedad cubriría entonces una tiniebla y produciría un violeta, después un azul oscuro y luego un celeste, poniendo fin a la serie de fenómenos.

No pretendemos que esta explicación es enteramente satisfactoria; sólo queremos señalar el camino a cuyo término se encontrará la fórmula universal que permita descrifrar el enigma.

CAPÍTULO III

LOS COLORES QUÍMICOS

486. Llamamos químicos a los colores que podemos originar, fijar en mayor o menor grado y exaltar en determinados objetos, volver a quitarles y comunicar a otros objetos, a los cuales atribuimos en consecuencia una propiedad inmanente. En general se caracterizan por su persistencia.

487. En atención a lo que antecede se designaba en tiempos pasados los colores químicos con distintos adjetivos. Llamábanse *colores proprii, corporei, materiales, veri, permanentes, fixi.*

488. Ya hemos señalado más arriba que lo mudable y fugaz de los colores físicos se fija paulatinamente en los objetos a modo de transición.

489. El color se fija en los objetos de un modo más o menos perdurable, en forma superficial o penetrante.

490. Todos los objetos son susceptibles de tomar un color, el que puede ser originado, exaltado y fijado gradualmente en ellos, o cuando menos les puede ser comunicado.

XXXIV. *El contraste químico*

491. Si en la exposición del fenómeno cromático hemos tenido que señalar un contraste, al entrar en el terreno de la química nos salen al paso de una manera

significativa los contrastes químicos. Aquí nos limitamos, para nuestros fines, a recalcar aquel que suele expresarse en los términos generales de ácido y álcali.

492. Si, como ocurre en todos los contrastes físicos, expresamos el contraste cromático por un más o menos, atribuyendo a la serie amarilla el más y a la azul el menos, estas dos series marcan también el contraste químico; el amarillo y el rojo amarillento se asocian con los ácidos, el azul y el rojo azulado con los álcalis. De esta suerte, los fenómenos de los colores químicos, claro que junto con no pocas consideraciones de otra índole, pueden ser expuestos de un modo harto sencillo.

493. Por lo demás, como los aspectos principales de los fenómenos químicos se vinculan con las acidificaciones de los metales, es evidente que corresponde considerar ante todo dichos procesos. En los distintos párrafos iremos señalando las demás consideraciones que se imponen; mas declaramos expresamente que nos proponemos ceñirnos a los conceptos más generales, sin pretender ahondar en las tareas y cuestiones químicas y menos resolverlas. Nuestra intención se circunscribe a esbozar cómo, a nuestro entender, la teoría de los colores químicos puede ser vinculada con la teoría general de los colores físicos.

XXXV. *Derivación del blanco*

494. Ya al hablar de los colores dióptricos de la primera clase (155 y ss.) hemos dado algunos pasos en esta dirección. Los cuerpos transparentes constituyen la máxima expresión de la materialidad inorgánica. Les sigue la turbiedad pura, y cabe considerar el blanco como su expresión más alta.

495. El agua pura, cristalizada en nieve, aparece blanca, por cuanto la transparencia de las distintas partes no da un tono transparente. Diversos cristales de sal se presentan como polvo blanco al salir el agua de cristalización. Pudiera llamarse blanco el estado casualmente opaco de lo transparente puro, así como un vidrio desmenuzado semeja un polvo blanco. Cabe suponer al respecto la abolición de una trabazón dinámica y la representación de la propiedad atomística de la materia.

496. Todas las tierras no puras conocidas son blancas en su estado puro. Por cristalización natural se vuelven transparentes; la tierra silícea se transforma en cristal de roca, la arcillosa en mica y la muriática en talco; la tierra caliza y la barita aparecen transparentes en distintos espatos.

497. Como respecto a la coloración de minerales tendremos que habérnoslas primordialmente con las cales metálicas, queremos agregar que las incipientes acidificaciones débiles representan cales blancas, como por ejemplo el plomo es transformado por el ácido acético en blanco de plomo.

XXXVI. *Derivación del negro*

498. El negro no acusa un origen tan primario como el blanco. Lo comprobamos en el reino vegetal en las semicombustiones, y el carbón, por lo demás un cuerpo peculiarísimo, se presenta negro. Asimismo, cuando la madera, por ejemplo tablones, queda despojada por la luz, el aire y la humedad de parte de su combustibilidad, aparece primero el gris y luego el negro. Por otra parte, es posible transformar partes animales mediante una semicombustión en carbón.

499. Del mismo modo, encontramos respecto a los metales que muchas veces se origina el color negro a raíz de una semioxidación. Por ejemplo, varios metales, el hierro, señaladamente, se vuelven negros por acidificación leve, como vinagre o leves fermentaciones ácidas, de una decocción de arroz, etcétera.

500. Cabe suponer, asimismo, que la desacidificación origina el color negro. En esta circunstancia se basa la elaboración de la tinta, por cuanto el hierro disuelto en el ácido sulfúrico se pone amarillento, mas, desacidificado en parte por la infusión de ácido agállico, aparece negro.

XXXVII. *Desarrollo del color*

501. Cuando más arriba, en el capítulo relativo a los colores físicos, estudiábamos los medios turbios, percibimos el color antes que el blanco y el negro. Ahora presuponemos un blanco y un negro concretados y fijados y preguntamos cómo puede originarse en ellos el color.

502. Aquí también cabe decir que todo blanco que se oscurece, se enturbia, se torna amarillo y todo negro que se aclara se vuelve azul.

503. Del lado activo, junto a la luz, la claridad, el blanco nace el amarillo. Todo cuanto tiene superficies blancas —el papel, el lienzo, el algodón, la seda, la cera, particularmente también los líquidos transparentes inflamables— amarillea fácilmente, esto es, pasan fácilmente a un estado de leve turbiedad.

504. Del mismo modo, del lado pasivo, junto a las tinieblas, la oscuridad, el negro, aparece en seguida el azul o, más propiamente, el rojo azulado. El hierro, disuelto en ácido sulfúrico y muy diluido en agua, en un vaso mirado contra la luz, en cuanto se agregan algunas gotas de ácido agállico da origen a un hermoso color violeta que hace resaltar las propiedades del topacio ahumado.

505. Si en las tierras puras puede producirse un color mediante operaciones químicas naturales y artificiales, sin agregación de cales metálicas, es una cuestión importante que en general se contesta negativamente. Acaso se relacione con la cuestión de hasta qué punto puede sacarse algo de las tierras mediante oxidación.

506. Es verdad que en favor de la respuesta negativa habla la circunstancia de que allí donde se dan colores minerales se comprueba siempre una traza de metal, particularmente de hierro, si bien hay que tener presente lo fácilmente que se oxida el hierro y la cal de hierro toma diversas coloraciones, lo infinitamente divisible que es la misma y lo rápidamente que comunica su color. No obstante, sería conveniente que se llevasen a cabo nuevos experimentos al respecto para poner en claro el asunto.

507. Sea ello como fuere, la receptividad de las tierras, particularmente de la tierra aluminosa, para los colores ya existentes es muy grande.

508. Pasando ahora a considerar los metales, que en el reino inorgánico disfrutan de la prerrogativa poco menos que exclusiva de aparecer coloreados, encontramos que en el estado puro, autónomo, se diferencian de las tierras puras ya por la circunstancia de que propenden a un color específico.

509. En tanto que la plata es el metal que más se aproxima al blanco puro y aun representa en efecto el blanco puro realzado por brillo metálico, el acero, el estaño, el plomo, etcétera, tienden al gris azulado pálido; el oro, en cambio, se eleva hacia el amarillo puro y el cobre se aproxima al rojo, que bajo ciertas circunstancias se exalta casi hasta el púrpura, mas por el zinc es degradado hacia el amarillo de oro.

510. Si los metales evidencian en el estado virgen tal propensión específica a esta o aquella expresión cromática, el efecto de la oxidación los lleva en cierto modo a una situación común; pues entonces los colores fundamentales se presentan puros y si bien tal metal parece guardar una relación específica con tal color, sabemos de algunos que pueden recorrer todo el círculo cromático y de otros que son capaces de tomar más de un color. El estaño ciertamente no toma coloración alguna.

511. El hecho de que la superficie pura y tersa de los metales vírgenes se cubre por acción del calor de un paño coloreado, que conforme aumenta el calor pasa por una serie de fenómenos, sugiere a nuestro entender la aptitud de los metales para recorrer todo el círculo cromático. Donde el fenómeno se presenta más hermoso es en el acero pulido; mas la plata, el cobre, el latón, el plomo y el estaño no le quedan muy en zaga. Probablemente esté de por medio una leve acidificación, según cabe inferir de la operación continuada, particularmente en el caso de los metales más fáciles de calcinar.

512. El hecho de que el hierro elevado a la temperatura del rojo es particularmente susceptible de acidificación por líquidos ácidos parece apuntar en la misma dirección, en el sentido de que una acción propicia la otra. Agreguemos aún que el acero ha de poseer una elasticidad diferente según que haya sido endurecido en tal o cual fase de su fenómeno cromático; lo cual es muy natural en cuanto las distintas coloraciones corresponden a distintos grados de calor.

513. Si se observa la acidificación penetrante en masa de metales, aparece en la primera fase blanco o negro, como es dable comprobarlo en el blanco de plomo, el hierro y el mercurio.

514. Si ahondamos en la cuestión del desarrollo propiamente dicho del color, lo comprobamos con particular frecuencia del lado del más. La coloración que toman las superficies metálicas pulidas parte del amarillo. El hierro se transforma pronto en ocre amarillo, el plomo del blanco de plomo en masicote, etcétera. El oro y el platino disueltos en ácidos aparecen amarillos.

515. Del lado del menos es menos frecuente la aparición del color. El cobre poco acidificado aparece azul. En la elaboración del azul de Prusia intervienen álcalis.

516. En un plano general, estos fenómenos cromáticos son tan versátiles que los propios químicos, en cuanto ahondan en sus investigaciones, los consideran como indicios nada seguros. Aquí, nos limitamos a decir que los fenómenos cromáticos metálicos pueden acaso clasificarse, por lo menos para fines didácticos, según su desarrollo, modificación y desaparición a raíz de los procesos de acidificación, reacidificación y desacidificación.

XXXVIII. *Exaltación*

517. La exaltación se nos aparece como una saturación y oscurecimiento de los colores. Ya al hablar de los medios incoloros hemos visto que aumentando la

turbiedad es posible exaltar la coloración de un objeto luminoso del más tenue amarillo hasta el color de rubí más subido. A la inversa, el azul se exalta hasta transformarse en el más hermoso violeta si se disminuye una turbiedad iluminada delante de la tiniebla (150, 151).

518. Respecto de los colores especificados, se manifiesta un fenómeno similar. Si se llena un vaso graduado de porcelana blanca de un líquido amarillo puro, éste aparece de arriba abajo, hasta el fondo, cada vez más rojo y finalmente anaranjado. Si en otro vaso así se vierte una solución azul pura, la coloración va, de arriba abajo, de un color celeste hasta un hermoso violeta. Si se coloca el vaso al sol, ya la parte sombreada de arriba toma una coloración violeta, y si con la mano u otro objeto se proyecta una sombra sobre la parte iluminada del vaso, esta sombra aparece a su vez rojiza.

519. Es éste uno de los hechos más importantes de la teoría de los colores, toda vez que prueba de una manera concluyente que una relación cuantitativa suscita en nuestros sentidos una impresión cualitativa. Repetimos aquí nuestra hipótesis, formulada ya más arriba respecto de los últimos colores epópticos (485), de que la coloración de la superficie del acero pueda explicarse acaso por la teoría de los medios turbios.

520. Por lo demás, toda exaltación química sigue inmediatamente al desarrollo. Progresa de un modo irresistible y continuo, siendo de notar que por lo común tiene lugar del lado del más. El ocre marcial amarillo toma tanto por la acción del fuego como por otras causas un color rojo muy subido. El masicote se exalta hasta transformarse en minio y el turbit en cinabrio, el cual representa un amarillo rojizo muy subido. Comportan estos procesos una acidificación íntima, empíricamente infinita del metal.

521. Del lado del menos la exaltación es menos frecuente, si bien se comprueba que el azul de Prusia o el vidrio de cobalto, conforme aumentan su pureza y saturación, toman siempre una leve coloración rojiza y tiran más bien a violeta.

522. Los franceses designan esta evolución imperceptible del amarillo y el azul hacia el rojo con el término feliz de *œil de rouge*.

XXXIX. *Culminación*

523. La exaltación progresiva queda rematada por la culminación. El cenit está representado por el rojo en el que no se descubre ni rastros de amarillo ni de azul.

524. Un claro ejemplo de culminación es, del lado del más, el acero oxidado, cuya coloración llega hasta el púrpura y puede ser fijada en este cenit.

525. Aplicando la terminología arriba indicada (516), cabe decir que la acidificación incipiente produce el amarillo y el incremento de la acidificación el rojo amarillo; luego de esta especie de cenit sobreviene la desacidificación gradual.

526. Altos grados de acidificación originan un color púrpura. El óxido de arsénico produce, combinado con azufre, un color de rubí.

527. Sería de dilucidar hasta qué punto concurre en algunas culminaciones una especie de desacidificación; pues la acción de los álcalis sobre el rojo amarillento parece determinar también la culminación llevando el color al cenit, hacia el lado del menos.

528. Del mejor cinabrio húngaro, que exhibe el rojo amarillento más subido, elaboran los holandeses un color que se denomina bermellón. Dicho cinabrio se aproxima al púrpura y cabe suponer que se trata de llevarlo hacia la culminación por medio de álcalis.

529. Ciertos jugos vegetales, tratados en esta forma, constituyen un ejemplo concluyente. La cúrcuma, el achicote y el cártamo desposeídos mediante alcohol vínico de su propiedad colorante y convertidos en tinturas de color amarillo, rojo amarillento y rojo de jacinto, respectivamente, al adicionarse álcalis pasan al cenit y aun más allá, hacia el rojo azulado.

530. No conozco ningún caso de culminación del lado del menos en todo el reino mineral y vegetal. En el animal se destaca la purpurina, sobre cuya intensificación y culminación del lado del menos volveremos más adelante.

XL. *Modificación*

531. Es tal la versatilidad del color que hasta los pigmentos que se cree haber fijado son susceptibles de modificación. Esta versatilidad del color es muy peculiar cerca del punto de culminación y la aplicación alternativa de los ácidos y los álcalis la pone particularmente de relieve.

532. Los franceses designan esto en la tintorería con el término de *virer*, expresando así muy hábilmente lo que en general se trata de caracterizar con el nombre de proporciones de mezcla.

533. La operación que suele verificarse a base de tornasol es una de las más conocidas y sugestivas al respecto. El tornasol es un colorante especificado en azul bermejo mediante álcalis. Puede ser llevado fácilmente al amarillo rojizo por medio de ácidos y vuelto al azul bermejo aplicando álcalis. Dejemos que las personas versadas en este arte diluciden hasta qué punto cabe descubrir y fijar en este caso, mediante experimentos cuidadosos, un punto de culminación; por lo demás, la tintorería está en condiciones de suministrar múltiples ejemplos de esta versatilidad del color.

XLI. *Recorrida del círculo cromático*

534. El desarrollo y la exaltación son más frecuentes del lado del más que del lado del menos. Así, el color, al recorrer todo el camino, parte en general del lado del más.

535. La oxidación del acero muestra claramente el paso del amarillo al rojo y del rojo al azul.

536. Es posible especificar los metales en base a grados y tipos de oxidación en distintos puntos del círculo cromático.

537. Como también aparecen verdes, se plantea la cuestión de si se conoce en el reino mineral un paso continuo del amarillo al azul pasando por el verde, y viceversa. La cal de hierro fundida con vidrio origina primero un color verde y luego, al aumentar el calor, una coloración azul.

538. Corresponde hablar aquí, en un plan general, del verde. Se nos presenta primordialmente en el sentido atomístico, en un estado de absoluta pureza al combinarse el amarillo con el azul; mas ya el amarillo impuro, sucio, nos produce la sensación de verdoso. La combinación del amarillo con el negro ya da el verde; pero debido al hecho de que el negro es afín al azul. El amarillo imperfecto, como el amarillo de azufre, suscita una sensación de verdoso, lo mismo que el azul imperfecto. El verde de las botellas de vino parece ser el resultado de una combinación deficiente de la cal de hierro con el vidrio. Si se subsana más o menos este defecto aumentando el calor, se obtiene un hermoso vidrio azul.

539. De lo que antecede parece inferirse que existe en la Naturaleza cierto abismo entre el amarillo y el azul; que este abismo puede ser franqueado atomísticamente mediante combinación y mezcla a través del verde, pero que en definitiva el rojo es el verdadero lazo de unión entre el amarillo y el azul.

540. Mas lo que parece ser no adecuado a lo inorgánico, es dable respecto a lo orgánico, en cuyo reino se comprueba efectivamente tal gama que va del amarillo hasta el púrpura pasando por el verde y el azul.

XLII. *Inversión*

541. Se da también la inversión inmediata en el color complementario, fenómeno muy peculiar acerca del cual sólo puede decirse, hoy por hoy, lo que sigue:

542. El camaleón mineral, que en el fondo contiene un óxido de manganeso, puede considerarse en su estado totalmente seco como un polvo verde. Si se lo echa al agua, en el primer momento de su disolución el color verde se presenta muy hermoso, pero en seguida cede el lugar, sin transición alguna al púrpura, que es su color complementario.

543. Lo mismo ocurre con la tinta simpática, que asimismo puede considerarse como un líquido rojizo cuya desecación por el calor se traduce en el papel en el color verde.

544. En rigor, parece que este fenómeno se origina en el conflicto entre la sequedad y la humedad, según han señalado ya los químicos, si no nos equivocamos. El tiempo dirá qué más cabe derivar de este hecho y con qué se relacionan los correspondientes fenómenos.

XLIII. *Fijación*

545. Por más que hasta aquí el color se nos haya presentado mudable, incluso en su aspecto físico, termina por fijarse bajo ciertas circunstancias.

546. Cuerpos hay capaces de transformarse totalmente en materia colorante; en presencia de tal fenómeno cabe decir que el color se fija en sí mismo, se detiene en determinada etapa y se especifica. Así se forman en todos los reinos de la Naturaleza, particularmente en el vegetal, materias colorantes, entre las cuales descuellan algunas que pueden reputarse como los lugartenientes de los demás, como del lado activo la rubia, y del pasivo, el índigo.

547. Para que estas materias tengan valor y utilidad es menester que la propiedad colorante esté concentrada y la materia divisible, empíricamente, hasta el infinito, cualidad que puede asegurarse por diversos medios y particularmente en el caso de los arriba citados mediante la fermentación y la putrefacción.

548. Estas materias colorantes se fijan a su vez en otros cuerpos. En el reino mineral, se combinan tierras y cales metálicas y por fusión se aúnan con vidrios, alcanzando en este caso, al traslucir la luz, la máxima belleza, amén de la duración eterna que cabe atribuirles.

549. Se unen más o menos enérgicamente a los cuerpos vegetales y animales manteniéndose aferradas a ellos en un grado determinado en parte por su propia naturaleza —el amarillo, por ejemplo, dura menos que el azul—, en parte por la naturaleza del cuerpo al que están unidas; en los vegetales duran menos que en los animales y dentro de un mismo reino existen también diferencias al respecto; el hilo de lino y el de algodón, la seda y la lana se relacionan con las materias colorantes de un modo harto diferente.

550. Aquí entran en juego los mordientes, que son una especie de mediadores entre el color y el cuerpo. Los manuales de tintorería son muy explícitos al respecto. Bástenos señalar que por tales operaciones el color tiene asegurada una duración que se identifica con la del cuerpo y hasta es susceptible de volverse cada vez más lozano y hermoso con el uso.

XLIV. *Mezcla real*

551. Toda mezcla presupone una especificación, de ahí que al hablar de mezcla estamos en el terreno atomístico. Hay que tener determinados cuerpos especificados en un punto del círculo cromático antes de poder producir, mezclándolos, nuevos tintes.

552. Considérense en general el amarillo, el azul y el rojo como colores fundamentales puros y acabados. El rojo y el azul dan origen al violeta, el rojo y el amarillo al anaranjado, el amarillo y el azul al verde.

553. Se han hecho grandes esfuerzos por expresar estas mezclas en términos de números, proporciones y pesos, pero sin obtener resultados dignos de mención.

554. La pintura se basa, en definitiva, en la mezcla de tales cuerpos colorantes especificados y aun individualizados y sus combinaciones infinitas posibles, que sólo pueden ser percibidas por la vista más refinada y ejercitada y cuya elaboración depende de la capacidad de discernimiento del órgano visual.

555. La unión íntima de estas mezclas se logra por la división más perfecta de los cuerpos mediante el desmenuzamiento, el lavado, etcétera, como también

por jugos que aseguran la cohesión de lo pulverulento y unen, dijérase orgánicamente, lo inorgánico, como los aceites, las resinas, etcétera.

556. Todos los colores, mezclados, conservan su carácter general de sombra, y como ya no son vistos yuxtapuestos no se percibe una totalidad, una armonía, originándose así el gris, el cual como el color visible, siempre aparece algo más oscuro que el blanco y algo más claro que el negro.

557. Este gris puede producirse por diversos medios. Un procedimiento consiste en elaborar verde esmeralda mezclando amarillo con azul y agregar rojo puro hasta que los tres colores se neutralicen, por así decirlo; otro, en constituir en determinada proporción y mezclar una escala de los colores fundamentales y derivados.

558. El que la mezcla de todos los colores da el blanco es un absurdo que junto con otros es creído desde hace ya un siglo religiosamente y contra toda evidencia.

559. Los colores mezclados transmiten su carácter de sombra a la mezcla. Cuanto más oscuros son los colores, tanto más oscuro es el gris que origina, el que finalmente se aproxima al negro. En cambio, cuanto más claros son los colores, tanto más claro resulta el gris, el que finalmente se aproxima al blanco.

XLV. *Mezcla aparente*

560. Hablemos a renglón seguido de la mezcla aparente, tanto más cuanto que en más de un respecto reviste gran importancia y hasta la mezcla calificada por nosotros de real hasta pudiera tenerse por aparente. Pues los elementos de que se ha originado el color compuesto son demasiado pequeños como para poder ser vistos individualmente. La mezcla de polvo amarillo y azul aparece a simple vista de color verde, cuando por una lupa de aumento pueden aún percibirse aisladamente el amarillo y el azul. Asimismo, bandas amarillas y azules, vistas a distancia, se presentan como una superficie verde, lo cual se aplica también a la mezcla de los demás colores especificados.

561. Respecto a los dispositivos, se tratará también del volante en el que se produce la mezcla aparente por rotación rápida. Se disponen en un disco, en círculo, los distintos colores, se lo hace girar rápidamente y si se preparan varios discos se pueden representar todas las mezclas posibles, así como por último también, naturalmente, del modo arriba indicado, el gris como resultado de la mezcla de todos los colores.

562. Los colores fisiológicos también son susceptibles de mezcla. Si se proyecta, por ejemplo, una sombra azul (65) sobre un papel levemente teñido de amarillo, la sombra aparece verde. Lo mismo se aplica a los demás colores, si se sabe hacer el arreglo adecuado.

563. Si se proyectan las imágenes virtuales que persisten en la retina (39 y ss.) sobre superficies coloreadas, se produce una mezcla y las imágenes quedan determinadas por otro color derivado de los dos originales.

564. Los colores físicos constituyen asimismo una mezcla. Véanse los experimentos referentes a imágenes coloreadas vistas a través del prisma que más arriba (258, 284) hemos tratado detenidamente.

565. La atención de los físicos siempre ha estado fija primordialmente en los fenómenos que se manifiestan si se proyectan los colores prismáticos sobre superficies coloreadas.

566. Las observaciones correspondientes son bien sencillas. Hay que tener presente, en primer lugar, que los colores prismáticos son mucho más vivos que los colores de la superficie sobre la cual son proyectados, y en segundo término, que el color prismático y el de la superficie pueden ser homogéneos o heterogéneos: en el primer caso el uno realza el otro y es, a su vez, realzado por él; en el segundo, los dos colores se menoscaban el uno al otro y se destruyen recíprocamente.

567. Se pueden repetir estos experimentos mediante vidrios coloreados haciendo pasar la luz solar por los mismos sobre superficies coloreadas. Los resultados son idénticos.

568. Asimismo, si el observador mira a través de vidrios coloreados objetos coloreados, los colores de éstos quedan, según el caso, realzados, menoscabados o neutralizados.

569. Si se hacen pasar los colores prismáticos por vidrios coloreados, se manifiestan fenómenos análogos; según que entre en juego más o menos energía, mayor o menor claridad, limpidez y tersura del vidrio, se producen no pocos matices delicados, como puede comprobarlo todo observador atento que tenga voluntad y paciencia suficientes para estudiar a fondo estos fenómenos.

570. Así, está de más mencionar que varios vidrios coloreados superpuestos, como también papeles traslúcidos impregnados de aceite originan toda clase de mezclas a voluntad del observador.

571. Por último, corresponde señalar aquí los colores transparentes de los pintores, mediante los cuales se obtiene una mezcla mucho más espiritual que la mecánico-atómica que emplean generalmente.

XLVI. *Comunicación real*

572. Procuradas del modo indicado materias colorantes, se plantea el problema de comunicarlas a cuerpos incoloros, problema cuya solución es de la mayor importancia para la vida, la práctica y la técnica.

573. Aquí entra en juego una vez más el carácter de sombra de todos los colores. Desde el amarillo próximo al blanco hasta el rojo y el carmín, pasando por el anaranjado y el color de minio, y a través de todas las gradaciones de violeta hasta el azul más saturado próximo al negro, el color se torna cada vez más oscuro. El azul, una vez especificado, puede ser diluido, aclarado y combinado con el amarillo, así que se vuelve verde y gravita hacia el lado de la luz. Pero de ningún modo se trata de un proceso que esté en consonancia con la naturaleza del azul.

574. Respecto a los colores fisiológicos, ya hemos visto que son menos que la luz, toda vez que se originan al irse borrando la impresión luminosa y hasta terminan por asociar con esta impresión una sensación de oscuridad. Respecto a los experimentos físicos, ya el uso de medios turbios y la acción de imágenes concomitantes turbias dicen bien a las claras que se trata de una luz atenuada, una transición a la oscuridad.

575. En el desarrollo químico de los pigmentos comprobamos lo mismo en ocasión de la fase inicial: la coloración amarilla que cubre el acero ya oscurece la superficie reluciente. Al transformarse el blanco de plomo en masicote se pone claramente de manifiesto que el amarillo es más oscuro que el blanco.

576. Esta operación es muy delicada, y así también la exaltación progresiva va coloreando los cuerpos tratados en forma cada vez más íntima y enérgica sugiriendo una finura máxima de las partes tratadas, una divisibilidad infinita.

577. Con los colores que gravitan hacia lo oscuro, esto es, señaladamente, con el azul, podemos aproximarnos al negro; y en efecto, el azul de Prusia saturado y el índigo tratado con aceite de vitriolo aparecen casi negros.

578. Aquí corresponde mencionar el fenómeno extraño de que en su grado máximo de saturación y concentración los pigmentos, particularmente en el reino

vegetal, como el índigo citado o la rubia llevada a su grado más alto, ya no exhiben su color, sino que en su superficie surge un intenso brillo metálico en que se insinúa el color complementario fisiológico.

579. Ya todo índigo de buena calidad aparece cobrizo en la superficie de rotura y es reconocido por esta circunstancia en el comercio. En cambio el índigo tratado con ácido sulfúrico, cuando se lo extiende en una capa gruesa o se lo deja secar al punto que no traslucen el papel blanco ni la porcelana blanca, exhibe un color semejante al anaranjado.

580. El colorete de púrpura, que probablemente se elabora a base de rubia, muestra en la superficie un brillo metálico decididamente verde. Si se separa el azul y el rojo con un pincel sobre porcelana o papel, estos dos colores vuelven a presentarse tal cual son, trasluciendo el fondo claro.

581. Los líquidos coloreados aparecen negros cuando no los atraviesa ninguna luz, según puede comprobarse fácilmente mediante recipientes paralelepípedos de hojalata con fondo de vidrio. En tal recipiente toda infusión coloreada transparente se pone negra e incolora al colocarse un fondo negro.

582. Si se dispone una llama en forma que su imagen puede ser reflejada en el fondo, ésta aparece coloreada. Si se levanta el recipiente y se hace caer la luz sobre un papel blanco colocado debajo de él, el papel toma la coloración. Todo fondo claro, visto a través de tal medio coloreado, exhibe el color del mismo.

583. De modo que todo color, para ser exhibido, presupone una fuente luminosa dispuesta detrás de él. De ahí que cuanto más claros y brillantes son los fondos, tanto más hermosos se presentan los colores. Si se cubre un fondo blanco de brillo metálico con barnices, que es como se preparan las hojuelas de metal, se obtiene con esta luz un color tan vivo como en cualquier experimento prismático. Hasta cabe decir que la energía de los colores físicos se debe primordialmente a que junto a ellos y detrás de ellos actúa en forma constante la luz.

584. Lichtenberg, quien dada su época y situación tuvo que hacer suyo el concepto tradicional, fue sin embargo un observador demasiado atento y sagaz como para no darse cuenta de lo que ocurría ante su mirada y explicarlo a su manera. En su introducción a Delaval escribe: "También por otras razones me parece probable que nuestro órgano, para percibir un color, debe percibir simultáneamente algo de toda la luz (blanco)".

585. La tarea primordial del tintorero consiste en procurarse fondos blancos. Es fácil comunicar a cualquier color especificado tierras incoloras, particularmente alumbre; mas el tintorero trabaja sobre todo con substancias animales y vegetales.

586. Todo lo dotado de vida palpitante tiende al color, a la especificación, al efecto, a la opacidad. Todo lo decrépito, en cambio, gravita hacia el blanco, la abstracción, la generalidad, la transfiguración, la transparencia.

587. Cómo se determina esto por medio de la técnica atañe al capítulo relativo al desarrollo del color. Aquí, al tratar de la comunicación, hemos de tener presente ante todo la circunstancia de que animales y vegetales vivos generan dentro de sí color y cuando éste les es extraído lo regeneran tanto más fácilmente.

XLVII. *Comunicación aparente*

588. Como se echa de ver fácilmente, la comunicación, tanto la real como la aparente, coincide con la mezcla; por esto no repetimos lo que más arriba hemos expuesto en la medida en que era necesario.

589. Con todo, queremos recalcar aquí la importancia de una comunicación aparente determinada por la luz reflejada, fenómeno muy conocido, pero siempre sugestivo que reviste la mayor significación para el físico y el pintor.

590. Póngase al sol cualquier superficie coloreada especificada y hágase caer la luz reflejada sobre otros objetos incoloros. Este reflejo es una suerte de luz atenuada, una media luz o una semisombra, que aparte de su naturaleza apagada refleja el color específico de la superficie.

591. Si este reflejo cae sobre superficies claras, queda anulado y se percibe apenas el color que comporta. En cambio si actúa sobre zonas sombreadas, evidencia una especie de unión mágica con lo oscuro. La sombra es el verdadero elemento del color y aquí se le sume un color-sombra que ilumina, colorea y aviva. Desarróllase así un fenómeno tan potente como agradable, que presta servicios valiosísimos al pintor que sepa aprovecharlo.

592. Los escolásticos llamaban a estos colores *notionales* o *intentionales*. Esa escuela ya tenía una noción bastante clara de estos fenómenos y también sabía clasificarlos debidamente, si bien su modo de enfocar tales cosas era muy distinto del nuestro.

XLVIII. *Descoloración*

593. Empléanse diveros métodos de descolorar los cuerpos, ya se trate de colores intrínsecos o extrínsecos. Estamos pues en condiciones de despojarlos para nuestros fines adecuadamente del color; por otra parte, muchas veces éste se evade, a pesar y en detrimento nuestro.

594. No solamente las tierras básicas aparecen en su estado natural blancas, sino que también entre las sustancias vegetales y animales las hay que, sin destruir su tejido, es posible tornar blancas. Como para muchos fines nos conviene mucho un blanco puro —preferimos el lienzo y el género de algodón sin color y también la tela de seda, el papel y otras cosas nos gustan más cuanto más blancos son—, y toda vez que, como hemos visto más arriba, los fondos blancos constituyen el fundamento principal de toda la tintorería, los técnicos se han dedicado con empeño, en parte deliberadamente, en parte por azar, a la descoloración de tales substancias llevando a cabo innumerables experimentos que han determinado no pocos descubrimientos importantes.

595. En la descoloración total radica, en definitiva, la función del blanqueo, que otros han hecho objeto de una exposición más empírica o metódica. Nos limitamos aquí a esbozar sus aspectos principales.

596. La luz, y no solamente la luz solar, sino también la simple luz diurna carente de energía, es considerada como uno de los medios primordiales de descolorar los cuerpos. Pues una y otra accionan sobre superficies coloreadas; bien que la luz encienda y queme el color, tan afín a ella, disolviendo en una condición general lo que de específico tiene, o bien que se opere otro proceso desconocido, lo cierto es que la luz obra poderosamente sobre las superficies coloreadas blanqueándolas en mayor o menor grado. Mas también en este respecto la destructibilidad y la duración del proceso de destrucción varían con los distintos colores; el amarillo, particularmente el derivado de determinadas substancias, es el primero en desaparecer.

597. Mas no sólo la luz, sino también el aire y, sobre todo, el agua ejercen una acción poderosa en el sentido de la descoloración. Hasta se pretende haber comprobado que hilos bien mojados tendidos de noche sobre el césped blanquean mejor que los que, asimismo bien mojados, se exponen a la luz solar. Es así que también aquí el agua se revela como un agente disolvente y mediador que anula lo accidental y conduce lo específico de vuelta a lo general.

598. Tal descoloración se logra también por reactivos. El alcohol vínico se caracteriza por una tendencia peculiar a atraer hacia sí lo que colorea las plantas

y teñirse a su vez de ello, muchas veces de un modo muy perdurable. El ácido sulfúrico evidencia particularmente respecto a la lana y la seda un gran poder descolorante, ¿y quién ignora que se utiliza el vapor sulfúrico en todos los casos en que se desea restaurar un blanco un tanto amarillento o manchado?

599. En tiempos recientes se ha recomendado el uso de los ácidos más fuertes para abreviar el proceso del blanqueo.

600. Asimismo, actúan en sentido contrario los reactivos alcalinos, las lejías propiamente dichas, los aceites y grasas combinados con lejía en la elaboración de jabón, etcétera, según se puntualiza en los escritos que versan expresamente sobre dichas materias.

601. Por lo demás, consideramos que valdría la pena llevar a cabo ciertos experimentos exactos con miras a dilucidar hasta qué punto la luz y el aire influyen en la descoloración. Acaso pudieran exponerse a la luz, bajo campanas vacías de aire y llenas de aire ordinario o de tipos especiales de aire, materias colorantes de volatilidad conocida para comprobar si se forma en el vidrio poso del color volatilizado u otro sedimento y si, en tal caso, lo que reaparece es idéntico a lo que ha desaparecido o ha experimentado una alteración. Investigadores hábiles idearán sin duda alguno que otro dispositivo para los fines de tal dilucidación.

602. Tras haber considerado esos procesos naturales desde el punto de vista de su utilidad para nuestros fines, cabe enfocarlos desde al ángulo de sus efectos perjudiciales.

603. Los pintores están en el mal trance de tener que presenciar la destrucción de las más hermosas obras del espíritu y el esfuerzo, causada en diversas formas por la acción del tiempo. De ahí que en todo tiempo se han realizado esfuerzos empeñosos tendientes a encontrar pigmentos perdurables y unirlos entre sí y con el fondo en una forma que asegure aún más su duración, según nos desmuestra la técnica de las distintas escuelas pictóricas.

604. Corresponde mencionar aquí también un semi-arte al que debemos mucho respecto a la tintorería: me refiero a la tapicería. Pues frente a la necesidad de imitar los matices más delicados de las pinturas y combinar, en consecuencia, muchas veces las materias más diversamente coloreadas, no se tardó en darse cuenta de que unos colores eran más sólidos que otros. De ahí el afán de asegurar a todos los colores y matices una duración uniforme, lo que se hizo particularmente en Francia gracias a Colbert, cuyos trabajos al respecto señalaron nuevos

derroteros a la técnica tintórea. La llamada tintorería de obra prima, que sólo atendía a una gracia más o menos efímera, llegó a ser un oficio especial; con tanto mayor empeño se trató de elaborar una técnica que asegurara la duración de los trabajos.

De suerte que la consideración de la descoloración, del carácter fugaz y perecedero de los magníficos fenómenos cromáticos nos ha conducido de vuelta al postulado de la duración y ha quedado cerrado también en este sentido nuestro círculo.

XLIX. *Nomenclatura*

605. En base a lo que hasta aquí hemos expuesto acerca del origen, desarrollo progresivo y afinidad de los colores podrá formarse una idea más clara de la nomenclatura que sería conveniente aplicar en adelante y aquella que prevalece hoy por hoy.

606. Como todas las nomenclaturas, particularmente aquellas que designan objetos sensibles, la de los colores iba de lo particular a lo general y de lo general de vuelta a lo particular. El nombre de la especie se convertía en uno genérico al que se subordinaba de nuevo lo particular.

607. Dada la movilidad y vaguedad del lenguaje antiguo, era posible recorrer este camino, máxime como en los primeros tiempos cabía confiar en una percepción sensible más aguda que hoy en día. Se indicaban vagamente las propiedades de los objetos porque todo el mundo las fijaba distintamente en su imaginación.

608. El círculo cromático propiamente dicho ciertamente era reducido, pero aparecía especificado e individualizado en un sinfín de objetos y condicionado por definiciones secundarias.

609. En tiempos posteriores, las múltiples operaciones de tintorería determinaron muchos nuevos matices. Hasta los colores de moda y sus nombres representaban una multitud de individualidades cromáticas. Señalaremos también de tanto en tanto la terminología cromática de las lenguas modernas para subrayar que siempre se han buscado definiciones cada vez más exactas y se ha tratado de fijar e individualizar también en el lenguaje lo fijo y especificado.

610. La terminología alemana tiene la ventaja de comportar cuatro monosílabos equivalentes a amarillo, azul, rojo y verde que ya no conservan vestigio alguno de su origen (*gelb, blau, rot, grün*); estos vocablos sólo representan lo más general del color de la imaginación, sin sugerir nada específico.

611. Si entre cada dos de estas cuatro definiciones intercalásemos dos más, como rojo amarillento y amarillo rojizo, rojo azulado y azul bermejo, amarillo verdoso y verde amarillento, azul verdoso y verde azulado, designaríamos las gradaciones del círculo cromático con suficiente exactitud.

612. Mas siempre podrían emplearse con ventaja los términos específicos e individuales, como nos hemos servido también de los vocablos anaranjado y violeta. Asimismo, hemos empleado la palabra púrpura para designar el rojo puro, porque la purpurina, particularmente cuando ha impregnado tela fina, puede ser elevada, sobre todo por la luz solar, al punto más alto de la culminación.

L. *Los minerales*

613. Los colores de los minerales son sin excepción de carácter químico, de modo que su desarrollo puede explicarse más o menos por lo que hemos dicho acerca de los colores químicos.

614. Entre sus signos exteriores ocupa el primer lugar el color, y en consonancia con el concepto de los tiempos modernos, se han hecho grandes esfuerzos por definir y clasificar con exactitud todos los fenómenos que se comprueban. Sin embargo, opinamos que así se han creado nuevas dificultades que en la práctica ocasionan no pocos inconvenientes.

615. Claro que, pensándolo bien, esto también se explica. Desde siempre el pintor tenía el privilegio de manipular el color. Los pocos colores especificados representaban factores fijos, y sin embargo, mediante mezclas artificiales se producían matices infinitos que reproducían la superficie de los objetos naturales. No es de extrañar, así, que se tomara por este camino de las mezclas y se invitara al artista a establecer superficies coloreadas básicas por las que pudieran juzgarse y clasificarse los objetos naturales. No se preguntaba cómo la Naturaleza producía de su propia manera vital tal o cual color, sino cómo el pintor animaba lo inanimado para representar una imagen ficticia aparentemente dotada de vida. De modo que siempre se partía de la mezcla y se tornaba a ella, terminándose por mezclar lo mezclado para expresar y diferenciar ciertas especificaciones e individualizaciones peculiares.

616. Por lo demás, acerca de la aludida terminología cromática introducida en el reino mineral cabe decir lo siguiente: Se han tomado los términos, no del reino mineral, como en general hubiera sido posible, sino de toda clase de objetos visibles. Además, se ha adoptado un número excesivo de términos específicos y

tratado de crear por la mezcla de dichas especificaciones nuevas definiciones, sin darse cuenta de que se anulaba así la imagen para la imaginación y el concepto para la razón. Por último, los distintos términos cromáticos empleados en cierto modo como definiciones básicas no figuran en el orden más adecuado, como lo es por ejemplo aquél en que se derivan unos de otros; de suerte que el discípulo tiene que aprender cada definición aisladamente y grabar en su memoria un elemento positivo poco menos que muerto.

LI. *Las plantas*

617. Cabe considerar los colores de los cuerpos orgánicos, en un plano general, como un proceso químico superior. Todos los colores fundamentales, como también los mixtos y los derivados se dan en la superficie de los seres orgánicos; el interior de los mismos, en cambio, cuando es puesto al descubierto, aparece, no precisamente incoloro, pero sí de una coloración degenerada. Como pensamos exponer pronto en otro lugar nuestros conceptos acerca de lo orgánico, nos limitamos aquí a tratar de lo que más arriba ha sido relacionado con la teoría de los colores. Hablemos, pues, primero de las plantas.

618. Las semillas, bulbos, raíces y todo cuanto está excluido de la luz o se encuentra rodeado en forma inmediata de la tierra son en general blancos.

619. Las plantas cultivadas en la oscuridad son blancas o amarillentas. La luz, influyendo sobre su color, influye al mismo tiempo sobre su forma.

620. Las plantas que crecen en la oscuridad se desarrollan durante mucho tiempo de nudo en nudo, sí, pero la longitud del entrenudo es excesiva. No se desarrollan ramas laterales y no hay metamorfosis.

621. La luz, en cambio, pone las plantas inmediatamente en un estado de actividad; se presentan verdes y la metamorfosis se opera sin interrupción hasta la fecundación.

622. Sabemos que las hojas caulinarias sólo sirven para preparar y anunciar los órganos de la floración y la fecundación; así, cabe percibir ya en las hojas caulinarias colores que de lejos sugieren el tipo de flor, como ocurre en los amarantos.

623. Hay flores blancas cuyos pétalos han alcanzado la máxima pureza, mas también coloreadas que exhiben el hermoso fenómeno elemental. Y también las hay que sólo parcialmente se han elevado del verde hacia una categoría superior.

624. Flores de un solo género y aun de una sola especie se dan a veces en todos los colores. Por ejemplo, las rosas y, particularmente, las malvas, recorren gran parte del círculo cromático pasando del blanco al amarillo, por el rojo amarillento al púrpura y de allí a la tonalidad más oscura que puede tomar el púrpura aproximándose al azul.

625. Otros parten de una categoría superior, como las amapolas, que abarcan del rojo amarillento al violeta.

626. Mas hay también géneros, especies y aun familias y clases caracterizados por un color predominante, ya que no fijo, particularmente el amarillo. El azul es, en un plano general, menos frecuente.

627. Con los pericarpios jugosos ocurre algo parecido, pues su color va del verde hasta el rojo más subido, pasando por el amarillento y el amarillo, indicando la coloración el grado de madurez. Algunos pericarpios aparecen coloreados por todos lados, otros únicamente del lado del sol, en cuyo caso puede observarse claramente el paso del amarillo al rojo por mayor concentración y superposición.

628. Entre los frutos los hay también coloreados por dentro. Se comprueban particularmente jugos de color púrpura.

629. Así como el color se da en la superficie de la flor y penetra el fruto, se propaga también por las demás partes coloreando las raíces y las savias de los tallos, por cierto que de un modo muy vivo y rico.

630. Así, también el color de la madera varía del amarillo hasta el púrpura y el castaño, pasando por las distintas gradaciones del rojo. No conozco maderas azules; de modo que ya en este peldaño de la organización se destaca poderosamente el lado activo, en tanto que en el verde general de las plantas se equilibran acaso los dos lados.

631. Hemos visto más arriba que el germen que brota de la tierra aparece en general blanco o amarillento, mas por la acción de la luz y el aire se pone verde. Algo parecido ocurre con las hojas tiernas de los árboles, como es dable comprobar en el caso de los abedules, cuyas hojas tiernas son amarillentas y destilan en la cocción una hermosa savia amarilla. Luego se tornan cada vez más verdes, del mismo modo que las hojas de otros árboles toman gradualmente una coloración verde azulada.

632. El amarillo parece ser una parte más esencial de las hojas que el elemento azul, pues éste desaparece en otoño y el amarillo de la hoja aparece

transformado en marrón. Aún más curiosos son los casos particulares en que unas hojas vuelven a tomar en otoño una coloración amarilla pura y otras se tiñen del rojo más subido.

633. Por lo demás, algunas plantas se caracterizan por la circunstancia de que mediante un tratamiento artificial pueden ser transformadas casi por completo en una materia colorante fina, potente y divisible hasta el infinito como la que más. Véanse si no el índigo y la rubia, tan útiles para el hombre. Se usan también líquenes en la tintorería.

634. Frente a este fenómeno está el otro de que es posible extraer y elaborar, por así decirlo, aisladamente la parte colorante de las plantas, sin que se resienta, al parecer, la organización interna de las mismas. Los colores de las flores pueden ser extraídos mediante alcohol vínico y lo tiñen, en tanto que los pétalos aparecen blancos.

635. Las flores y sus savias pueden tratarse por diversos procedimientos mediante reactivos. Boyle lo ha hecho a través de gran número de experimentos. A las rosas se las blanquea por medio de azufre y aplicando otros ácidos se les devuelve su color. El humo de tabaco les comunica un color verde.

LII. *Los gusanos, los insectos y los peces*

636. Respecto a los animales, que representan los grados inferiores de la organización, queremos señalar por lo pronto lo que sigue: los gusanos que viven bajo tierra, en la oscuridad y la humedad fría, presentan una coloración degenerada; los gusanos intestinales, criados y alimentados en la oscuridad y la humedad caliente, son incoloros; la luz parece ser un factor determinante imprescindible del color.

637. Los seres que viven en el agua, que aun siendo un medio muy denso deja pasar luz suficiente, apareden más o menos coloreados. Las plantas animales, que parecen poblar las tierras calizas más puras, son en su mayoría blancas; pero los pólipos coralígenos exhiben un hermosísimo color rojo amarillento que en otros casos se aproxima mucho al púrpura.

638. Las conchas de los crustáceos presentan hermosos dibujos y coloraciones; mas es de notar que ni los caracoles ni las conchas de agua dulce exhiben colores tan subidos como las especies marinas.

639. El estudio de las conchas, particularmente de aquellas en espiral, revela que se han formado por la unión de órganos animales parecidos que avanzaban creciendo y, conforme giraban alrededor de un eje, labraban la concha mediante una sucesión en escala decreciente de estrías, bordes, anillos y eminencias. Mas nos apresuramos a agregar que debía ser inherente a dichos órganos algún jugo dotado de múltiple poder colorante que iba marcando a intervalos regulares la superficie de la concha, probablemente al influjo inmediato del agua del mar, con líneas, puntos, manchas y matices coloreados documentando así para siempre, en la superficie exterior, su crecimiento progresivo, en tanto que la cara interna aparece en general blanca o débilmente coloreada.

640. Que las conchas contienen tales jugos queda demostrado también por el hecho de que la Naturaleza nos lo presenta aun en un estado líquido y colorante, según atestigua el jugo de la sepia y, sobre todo, la purpurina que destilan varias especies de caracol y la cual fue célebre ya en la antigüedad. Hay en el intestino de algunos gusanos que viven en conchas un vaso lleno de un jugo rojo dotado de gran poder colorante, al punto que se ha podido aplastar y hervir los animales enteros y sin embargo extraer del caldo animal un líquido suficientemente colorante. Mas también puede extraerse dicho vaso lleno de materia colorante, procedimiento mediante el cual se obtiene un jugo concentrado.

641. Este jugo tiene la peculiaridad de que expuesto a la luz y el aire aparece primero amarillento, después verdoso, a continuación se vuelve azul y luego violeta, toma una coloración roja cada vez más subida y finalmente, por acción del sol, particularmente si está extendido sobre batista, exhibe un color rojo saturado y puro.

642. Comprobamos, pues, del lado del menos una exaltación hasta la culminación, que en los casos inorgánicos no es nada frecuente; más aún, cabe hablar, casi, de una recorrida de todo el círculo cromático, y estamos convencidos de que mediante experimentos adecuados podría lograrse su consumación; pues parece indudable que por medio de una aplicación bien estudiada de ácidos el púrpura puede ser llevado del punto de culminación al escarlata.

643. Este jugo parece relacionarse, de un lado, con la fecundación; se dan hasta huevos, gérmenes de crustáceos, que contienen tal materia colorante. Del otro lado, empero, parece sugerir la sangre que se forma en los animales de organización superior. Pues la sangre evidencia propiedades cromáticas similares; en su estado más diluido aparece amarilla, en tanto que condensada, tal como corre por las venas, es roja, siendo la arterial de un rojo subido, probablemente como consecuencia de la acidificación que experimenta a causa de la respiración, mientras que la venosa tira más bien a violeta.

644. Hablemos, antes de apartar nuestra atención del agua, de los peces, cuya piel escamosa exhibe muchas veces un color especificado, ya en su totalidad o bajo forma de rayas o manchas, y aún más frecuentemente cierto juego de colores que sugiere la afinidad de las escamas con las conchas de los crustáceos, la madreperla y aun la perla. Es de notar que las latitudes cálidas desarrollan y realzan los colores de los peces.

645. En Otahiti, Forster observó peces que exhibían un hermosísimo juego de colores, particularmente en el instante de la muerte. Recuerde el lector el camaleón y otros fenómenos similares.

646. Por último, corresponde mencionar el juego de colores de determinados moluscos, así como la fosforescencia de algunos seres marinos que, según se afirma, desemboca asimismo en un juego de colores.

647. Si fijamos ahora nuestra atención en los seres que pertenecen a la luz, al aire y al calor seco, ciertamente nos encontramos en pleno reino de los colores. Aquí observamos en partes magníficamente organizadas los colores fundamentales en su máxima pureza y belleza. No obstante, nos demuestran que dichos seres representan, después de todo, un grado inferior de la organización, por cuanto estos colores fundamentales son susceptibles de presentarse en ellos en forma rudimentaria. Aquí también el calor parece contribuir grandemente a la elaboración del fenómeno.

648. Insectos hay que cabe considerar como materia colorante totalmente concentrada, siendo particularmente conocidas las especies de cocos, cuya propensión a asentarse en los vegetales y aun a establecerse dentro de ellos determina al mismo tiempo esas experiencias que como mordientes son tan útiles para conferir solidez al color.

649. Mas donde el color, unido a una organización regular, se pone particularmente de relieve es en los insectos cuyo desarrollo comporta una metamorfosis total: determinados escarabajos y, sobre todo, las mariposas.

650. Estas últimas, verdaderos engendros de la luz y el aire, exhiben muchas veces ya en su estado de oruga hermosísimos colores, los cuales, especificados como son, sugieren los colores futuros de la mariposa —concepto éste cuyo desarrollo habrá de contribuir a desentrañar no pocos secretos de la organización.

651. Por lo demás, si estudiando detenidamente las alas de las mariposas atisbamos en su tejido reticular la configuración de un brazo y consideramos la

forma cómo esta suerte de brazo aplanado se ha recubierto de delicado plumaje y convertido en el órgano de vuelo, creemos estar en presencia de una ley que rige la prodigiosa variedad de las coloraciones.

652. Huelga decir que en un plano general el calor influye sobre el tamaño de los seres, el desarrollo de su forma y la riqueza del fenómeno cromático.

LIII. *Los pájaros*

653. Conforme consideramos las organizaciones cada vez más complicadas y superiores, hemos de mencionar en forma breve y concisa algunos fenómenos; pues todo cuanto ocurre naturalmente a tales seres organizados es el resultado de tantas premisas que es menester esbozarlas siquiera para evitar que la exposición resulte insuficiente y falta de conexión lógica.

654. Así como advertimos que los elementos superiores de las plantas, las flores y frutos desarrollados, están como entroncados y se nutren de savias más perfectas que aquellas que les ha proporcionado originariamente la raíz, como también que las plantas parásitas, que tratan lo orgánico como su elemento, se muestran pletóricas de fuerzas y cualidades, podemos equiparar las plumas de los pájaros en cierto modo a las plantas. Las plumas son las últimas en desarrollarse de la superficie de un cuerpo que ha de dar aún muchas cosas; de ahí que son órganos muy bien dotados.

655. Los cañones de las plumas no solamente alcanzan un tamaño relativamente considerable, sino que se presentan ramificados, circunstancia que es, en definitiva, lo que los convierte en plumas; y muchas de estas ramificaciones se hallan a su vez divididas, lo cual las aproxima una vez más a las plantas.

656. Las plumas varían mucho en forma y tamaño, pero son siempre el mismo órgano, el cual se forma y transforma en función de la naturaleza de la parte del cuerpo de la que se desarrolla.

657. A la par de la forma se modifica el color y una ley determinada rige tanto la coloración general como la particular, esto es, aquella que hace que la pluma individual sea abigarrada. Tal es el origen de todos los dibujos del plumaje abigarrado y de las alas policromas de las mariposas.

658. Si bien el tiempo y las circunstancias nos impiden detenernos en la exposición de esta ley orgánica, corresponde señalar aquí los fenómenos químicos a que suele dar lugar, en la forma consabida, la coloración de las plumas.

659. El plumaje es susceptible de exhibir todos los colores, pero en un plano general el amarillo, que se exalta al rojo, es más frecuente que el azul.

660. Es evidente la acción de la luz sobre las plumas y sus colores. Por ejemplo, en la pechuga de determinados papagayos el plumaje es, en rigor, amarillo; la parte escamosa expuesta a la luz está llevada al rojo; de modo que la pechuga de tal pájaro aparece de un color rojo subido, pero si se sopla contra las plumas se asoma el amarillo.

661. De suerte que la parte no cubierta del plumaje se diferencia netamente de la parte cubierta, pudiendo darse el caso de que la parte no cubierta exhibe un juego de colores, pero no así la parte cubierta.

LIV. *Los mamíferos y el hombre*

662. Aquí los colores fundamentales comienzan a abandonarnos del todo. Hemos llegado al peldaño más alto de la organización, en el cual nos detenemos sólo brevemente.

663. En un plano general, cabe decir que el mamífero está decididamente del lado vital. Todo cuanto se manifiesta en él expresa una vida palpitante. No hablamos aquí del organismo interno y sólo un poco de la superficie. Los pelos se distinguen de las plumas ya por la circunstancia de que pertenecen en mayor grado a la piel y son simples, filiformes, no ramificados. Ahora bien, al igual de las plumas son largos o cortos, gruesos o finos, incoloros o coloreados, según la parte del cuerpo en que estén localizados, con arreglo a leyes que podemos enunciar.

664. El blanco y el negro, el amarillo, el rojo amarillento y el castaño alternan en forma variada, pero nunca se presentan de una manera que nos recuerda los colores fundamentales; son todos ellos colores mixtos, dominados por cocción orgánica e indican con mayor o menor exactitud la jerarquía del ser del que forman parte.

665. Una de las comprobaciones más importantes de la morfología, en cuanto estudia superficies, es la de que también en los cuadrúpedos las manchas de la piel se relacionan con las partes internas que la misma recubre. Por lo demás, por más que a primera vista parezca arbitraria, a este respecto, la acción de la Naturaleza, rige en realidad con una lógica inexorable una ley profunda, cuyo desarrollo y aplicación ciertamente requieren una atención extrema y un interés concentrado.

666. Si los monos presentan determinados *tei lebunt* desnudos con colores fundamentales, tal hecho demuestra lo mucho que dista tal ser de la perfección; pues cabe decir que cuanto más noble es un ser más elaborado está en él todo lo material, cuanto más esencialmente su exterior se relaciona con su interior menos posible que aparezcan colores fundamentales en la superficie. Pues allí donde todo ha de formar un conjunto perfecto no puede aislarse aquí y allá algo específico.

667. Poco es lo que hemos de decir del hombre, como que se aparta en un todo de la teoría natural general que aquí nos ocupa. El interior del hombre está colmado hasta tal punto de riqueza que su exterior sólo ha podido ser dotado con parsimonia.

668. Si se tiene presente que ya bajo la piel los animales están cargados más que favorecidos con músculos intercutáneos y se ve que no pocas cosas superfluas se proyectan hacia afuera, como las grandes orejas y colas, y también los pelos, las crines y los mechones, se comprende que la Naturaleza ha tenido mucho que dar y que derrochar.

669. La piel del hombre, en cambio, es lisa y limpia, y en las partes más perfectas, salvo unas cuantas, adornadas más que cubiertas con pelos, deja ver la forma hermosa; pues, de paso sea dicho, un vello abundante en el pecho, los brazos y muslos sugiere debilidad antes que fuerza. Sólo la noción de una animalidad por demás recia y robusta induciría a los poetas a glorificar de vez en cuando a tales héroes velludos.

670. Mas aquí hemos de hablar primordialmente del color. El de la piel humana, con todas sus variedades, no es en absoluto un color fundamental, sino un fenómeno muy elaborado por cocción orgánica.

671. No cabe dudar de que el color de la piel y los cabellos indica una diferencia de carácter. Ya las personas rubias se distinguen ampliamente de las que tienen los cabellos de color castaño; lo cual nos hace suponer que esta discrepancia tiene su raíz en la predominancia de este o aquel sistema orgánico. Lo mismo se aplica sin duda a las naciones, siendo acaso de notar que determinados colores coinciden con determinadas conformaciones, según nos ha sugerido ya la fisonomía de los negros.

672. Por lo demás, acaso sea oportuno contestar aquí a aquellos que opinan que todas las conformaciones y pieles humanas son igualmente hermosas y que sólo por costumbre y por soberbia son preferidas unas a otras. A la luz de todo lo que antecede nos atrevemos a sostener que el hombre blanco, esto es, aquel cuya

piel varía del blanco al amarillento, pardusco o rojizo, en una palabra, el de aspecto más neutro, menos especificado, es el más hermoso. Así también, cuando se trate de la forma, será dable señalar tal expresión máxima de la figura humana. No pretendemos, por cierto, dar por dirimida esta controversia inveterada —pues abundan las personas que tienen buenos motivos para dudar de que pueda interpretarse así la apariencia exterior humana—, sino expresar lo que se desprende de una serie de observaciones y juicios para los espíritus que anhelan seguridad y tranquilidad. Agreguemos, por último, algunas observaciones relativas al aspecto químico elemental de la teoría de los colores.

LV. *La acción fisicoquímica de la iluminación coloreada*

673. La acción fisicoquímica de la iluminación incolora es tan conocida que huelga exponerla detenidamente. Bajo condiciones diversas la luz incolora genera calor, vuelve luminosa a determinados cuerpos y determina procesos de acidificación y desacidificación; estos efectos ciertamente varían en modalidad e intensidad, pero nunca hasta el punto de sugerir un contraste, como lo pone de manifiesto, en cambio, la iluminación coloreada.

674. Respecto a la acción de la iluminación coloreada como agente generador de calor cabe decir lo siguiente: Si se verifica en un termómetro atmosférico muy sensible la temperatura de la habitación oscura y acto seguido se expone el instrumento a la luz solar que penetra directamente, el líquido marca desde luego un grado mucho más alto de calor. Si luego se interponen vidrios coloreados, naturalmente baja la temperatura, porque la acción de la luz directa queda restringida un tanto por el vidrio y, sobre todo, porque el vidrio coloreado, siendo algo oscuro, deja pasar menos luz.

675. Ahora bien, el observador atento se da cuenta de que el grado de calor varía a la par del color del vidrio; el vidrio amarillo y el rojo amarillento determinan una temperatura más alta que el azul y el de color rojo azulado, siendo notable la diferencia.

676. Si se quiere llevar a cabo este experimento a base del llamado espectro prismático, verifíquese en el termómetro la temperatura reinante en la habitación y hágase caer la luz azul sobre el instrumento; éste marca entonces una temperatura un poco más alta, la cual aumenta paulatinamente conforme se aplican los otros colores, llegando al máximum por la acción de la luz roja amarillenta.

Si se utiliza el prisma hueco, en forma que en la parte media se obtenga una perfecta luz blanca, esta luz refractada pero aun incolora es la que genera más calor; la acción de los demás colores es tal como expuesta más arriba.

677. Como aquí se trata tan sólo de esbozar, no de derivar y explicar estos fenómenos, señalemos de paso que de ningún modo la luz cesa por completo en el espectro abajo del rojo, sino que siempre se observa una luz desviada que se desliza, por así decirlo, tras el fenómeno cromático determinado por el prisma, de modo que el observador atento no tiene necesidad de recurrir a la hipótesis de rayos invisibles y su refracción.

678. En la comunicación de la luz por iluminación coloreada se pone de manifiesto la misma diferencia. Al fósforo de Bolonia se le comunica la luz a través de vidrios azules y violetas, pero no a través de amarillos ni de rojos amarillentos; más aún, se pretende haber observado que los fósforos encendidos mediante vidrios azules y violetas se apagan, si luego se interponen vidrios amarillos y rojos amarillentos, más pronto que aquellos que se dejan en la habitación oscura sin someterlos a ninguna operación ulterior.

679. Estos experimentos, como los anteriores, pueden llevarse a cabo también mediante el espectro prismático, con idénticos resultados.

680. Para cerciorarse de la acción de la iluminación coloreada sobre los procesos de acidificación y desacidificación, procédase como sigue: Se pasa luna córnea mojada totalmente blanca sobre una tira de papel, se expone ésta a la luz, así que toma cierta coloración gris, y luego se la corta en tres pedazos y se coloca el primero como muestra de referencia entre las páginas de un libro, el segundo por debajo de un vidrio rojo amarillento y el tercero por debajo de otro, de color rojo azulado. Este último pedazo tomará un color gris cada vez más oscuro, a la vez que se operará en él un proceso de desacidificación, en tanto que el pedazo colocado por debajo del vidrio rojo amarillento exhibirá una coloración gris cada vez más clara evolucionando, pues, de nuevo hacia el estado primitivo de acidificación más pronunciada. De uno y otro fenómeno puede cerciorarse el observador comparando los dos pedazos con la muestra de referencia.

681. Se ha ideado también un dispositivo sugestivo que permite llevar a cabo estos experimentos mediante la imagen prismática. Los resultados concuerdan con los arriba apuntados; volveremos más adelante sobre el particular en base a los trabajos de un observador exacto que ha verificado cuidadosamente estos experimentos.

LVI. *La acción química en el acromatismo dióptrico*

682. Ante todo rogamos a nuestros lectores repasar lo que más arriba (285-298) hemos consignado al respecto, para que no tengamos que repetir lo expuesto.

683. Es, pues, posible, comunicar a un vidrio la propiedad de originar limbos coloreados mucho más anchos de la imagen refractada, sin que aumente mayormente su poder refringente, vale decir, el desplazamiento de la imagen.

684. Esta propiedad se comunica al vidrio por conducto de cales metálicas. De ahí que el minio, fundido con un vidrio puro, produce este efecto. El flint (291) es tal vidrio, preparado mediante cal de plomo. Avanzando por este camino se ha utilizado el llamado licor lacial de antimonio, que gracias a un procedimiento reciente puede elaborarse bajo forma de un líquido puro, en vasos lentiformes y prismáticos, lográndose producir un fenómeno cromático muy vivo acompañado de una refracción reducida y poniéndose de relieve lo que hemos designado con el nombre de hipercromatismo.

685. Si se tiene presente que el vidrio común es, por lo menos predominantemente, de naturaleza alcalina, por cuanto es esencialmente una fusión de arena y sales alcalinas, cabe suponer que serían muy instructivos una serie de experimentos encaminados a dilucidar la relación existente entre los líquidos alcalinos en un cien por ciento y los ácidos absolutos.

686. Averiguados el máximo y el mínimo, debiera preguntarse si no puede darse con un medio refringente en que el fenómeno cromático que crece y decrece casi con independencia de la refracción desaparezca al quedar desplazada la imagen.

687. Para la dilucidación de esta cuestión, como también para toda nuestra tercera parte y aun para la teoría de los colores en su conjunto sería muy conveniente que los hombres que a base de nociones cada vez nuevas se dedican al estudio de la química fijen su atención también en este problema y ahonden en la investigación de lo que aquí hemos esbozado en grandes rasgos, tratando de dilucidarlo en un sentido general adecuado a la ciencia en su totalidad.

CAPÍTULO IV

NOCIONES GENERALES

688. Hasta aquí hemos mantenido separados casi por la fuerza los fenómenos que ya por naturaleza o por obra del impulso de nuestro espíritu tendían una y otra vez a unirse. Los hemos expuesto, con arreglo a determinado método, en tres partes y hemos considerado los colores primero como acción y contraacción fugaz del ojo mismo y luego como acción pasajera de cuerpos incoloros, transparentes, traslúcidos y opacos sobre la luz en general y la imagen luminosa en particular, llegando finalmente al punto donde podíamos reputarlos perdurables, efectivamente inmanentes en los cuerpos.

689. En esta exposición sucesiva hemos tratado de definir, clasificar y ordenar en lo posible los fenómenos. Ahora que ya no tememos confundirlos podemos acometer la tarea de exponer cuantos principios generales cabe deducir de ellos dentro del círculo cerrado y sugerir la conexión y enlace de dicho círculo con los eslabones de los fenómenos naturales afines.

De la facilidad con que se origina el color

690. Hemos visto que el color aparece bajo condiciones diversas con gran facilidad y rapidez. La sensibilidad del órgano visual, la reacción bien definida de la retina a la luz determinan al instante un leve juego de colores. Cabe considerar coloreada toda luz de intensidad moderada y aun toda luz percibida por la retina. La luz incolora y las superficies sin color son, en cierto modo, abstracciones; en la experiencia práctica no las percibismos apenas.

691. Cuando la luz toca un cuerpo incoloro, rebota de él, pasa rasando su contorno o lo atraviesa, aparecen instantáneamente los colores; sólo que hay que tener presente lo que tantas veces ya hemos recalcado, o sea que las condiciones primordiales de la refracción, la reflexión, etcétera, no bastan por sí solas para producir el fenómeno. Es verdad que la luz obra a veces por sí al respecto, pero más frecuentemente como imagen luminosa definida y limitada. La turbiedad de los medios es muchas veces una condición indispensable, lo mismo que también se requieren penumbras y sombras dobles para el desarrollo de determinados fenómenos cromáticos. En todas las circunstancias, el color aparece instantáneamente y con facilidad suma. Echamos de ver, así, que también la presión, el soplo, la rotación, el calor, así como movimientos y alteraciones diversos en cuerpos tersos y puros, como también en líquidos coloreados, originan al instante el color.

692. A la menor alteración de los componentes de los cuerpos ya por mezcla con otros o por otros factores, se origina o se modifica el color en los cuerpos.

De la viveza de los colores

693. Los colores físicos y, particularmente, los prismáticos eran llamados en tiempos pasados *emphatici* por lo vivos y brillantes. Mas si se ahonda en el estudio de los colores se puede calificarlos todos de enfáticos, siempre que se presenten en las condiciones más puras y perfectas.

694. El carácter oscuro del color, su saturación es lo que determina su aspecto a la vez grave y encantador, y si por una parte cabe considerarlo como una condición de la luz, por otra no puede prescindir de ella, por ser ella causa concomitante y base de su aparición, fuerza luminosa que lo pone de manifiesto.

Del carácter definido del color

695. Aparecer y definirse el color es una y la misma cosa. En tanto que la luz se representa con una indiferencia neutral a sí misma y los objetos dando fe de una realidad carente de significación, el color se presenta siempre específico, característico y significativo.

696. Encarado en un plano general, el color se define en dos sentidos. Representa un contraste que llamamos polaridad y podemos expresar adecuadamente en términos de un más y un menos.

Más	*Menos*
Amarillo	Azul
Acción	Desposeimiento
Luz	Sombra
Claridad	Oscuridad
Fuerza	Debilidad
Cercanía	Lejanía
Atracción	Repulsión
Afinidad por los ácidos	Afinidad por los álcalis

Mezcla de ambos lados

697. Si se mezclan estos contrastes especificados, las respectivas propiedades no se neutralizan; mas si están llevadas a la situación de equilibrio en que ninguna de ellas se destaca, la mezcla aparece a su vez especificada, como una unidad que nos hace olvidar la composición. A esta unidad le llamamos el verde.

698. El hecho de que dos fenómenos derivados de una misma fuente no se neutralizan en la mezcla, sino que se aúnan en un tercer ente sensible que impresiona gratamente nuestra retina sugiere desde luego una armonía.

Exaltación hasta el rojo

699. El azul y el amarillo no pueden ser llevados a la saturación sin que se manifieste determinado fenómeno concomitante. El color es, en su estado más claro, algo oscuro; en el estado de saturación necesariamente se vuelve más oscuro aún, pero al mismo tiempo toma un matiz rojizo.

700. Este matiz se acentúa paulatinamente y llega a predominar en el grado culminante de la exaltación. Las impresiones luminosas deslumbrantes traen aparejada una sensación de color púrpura. El fenómeno rojo amarillento de los experimentos prismáticos, que deriva inmediatamente del amarillo, casi nos hace olvidar el amarillo.

701. Ya los medios incoloros turbios determinan la exaltación y aquí es precisamente donde presenciamos el fenómeno en su máxima pureza y generalidad. Los líquidos transparentes cromáticamente especificados ponen en evidencia la exaltación en los vasos graduados. Se trata de un fenómeno sumamente rápido

y continuado que es universal y se da tanto en los colores fisiológicos como en los físicos y los químicos.

Combinación de los extremos exaltados

702. Si los extremos del contraste simple determinan en la mezcla un fenómeno hermoso y agradable, la combinación de los extremos exaltados producirá colores aún más atractivos; más aún, cabe suponer que el fenómeno alcance aquí su máxima expresión.

703. Y así ocurre en efecto; pues aparece el rojo puro que muchas veces hemos designado con el nombre de púrpura en atención a su elevada dignidad.

704. Origínase el púrpura de diversos modos; ya por superposición del limbo violeta y el borde rojo amarillento, en los experimentos prismáticos, o por exaltación continuada, en los químicos, o bien por el contraste orgánico, en los fisiológicos.

705. Como pigmento, no se origina por mezcla o fusión, sino por fijación de una entidad material en el punto cromático culminante. De ahí que el pintor tiene motivos para suponer tres colores fundamentales, de los cuales compone todas las demás tonalidades. El físico, en cambio, sólo supone dos colores fundamentales, de los cuales desarrolla y compone los demás.

Carácter integral del fenómeno diverso

706. Los fenómenos diversos, fijados en sus distintos grados y considerados unos al lado de otros, determinan una totalidad. Esta totalidad la capta el órgano visual como una armonía.

707. Se ha formado delante de nuestros ojos el círculo cromático y se han puesto de manifiesto las condiciones múltiples del desarrollo. Dos contrastes primarios y puros son el fundamento en que descansa el fenómeno en su totalidad. Se opera, entonces, una exaltación, a raíz de la cual los dos se aproximan a un ente tercero; así surge en ambos lados una dualidad de lo más bajo y lo más alto, de lo más simple y lo más condicionado, de lo más ordinario y lo más noble. Luego, se desarrollan dos uniones (mezclas, combinaciones o como se quiera llamarle): la de los contrastes simples y primitivos, de un lado, y la de los exaltados, del otro.

Armonía del fenómeno total

708. La visión simultánea de la totalidad suscita en la retina una impresión armoniosa. Hay que tener presente al respecto la diferencia existente entre el contraste físico y la confrontación armoniosa. Aquél se basa en la dualidad primitiva pura y simple en cuanto considerada como una división; ésta en la totalidad derivada, desarrollada y representada.

709. Toda confrontación individual ha de comportar totalidad para ser armoniosa, según nos demuestran los experimentos fisiológicos.

De la facilidad con que se invierte el color

710. Ya al hablar de la exaltación y la recorrida del círculo cromático hemos señalado la versatilidad de los colores; mas éstos se invierten también necesaria y prestamente.

711. Los colores fisiológicos aparecen sobre fondo oscuro distintos de como se presentan sobre fondo claro. En cuanto a los físicos, la combinación del experimento objetivo y subjetivo es singularísima. Dicen que los colores epópticos se truecan en sus complementarios cuando en vez de la luz directa actúa otra a través de un medio. Ya hemos señalado oportunamente cómo se invierten los colores químicos por acción del fuego y de los álcalis.

De la facilidad con que desaparece el color

712. Todo lo que hemos mencionado bajo el denominador común de fenómenos posteriores a la pronta aparición y definición del color: la mezcla, la exaltación, la combinación, la separación, así como el postulado de armonía —todo se opera con la mayor rapidez y prontitud; mas con idéntica rapidez vuelve a desaparecer el color.

713. No hay manera de fijar los fenómenos fisiológicos; los físicos sólo duran lo que la condición exterior; hasta los químicos son muy volubles y susceptibles de quedar invertidos y aun anulados por acción de reactivos contrarios.

De la perdurabilidad del color

714. Los colores químicos perduran largo tiempo. Los colores fijados por fusión en vidrios y por procesos naturales en las piedras preciosas resisten al tiempo y a toda contraacción.

715. La tintorería, por su parte, fija poderosamente los colores y los pigmentos, que son fàciles de invertir mediante reactivos y pueden ser fijados poco menos que para siempre en la superficie y el interior de los cuerpos por medio de mordientes.

Capítulo V

RELACIONES CON OTRAS DISCIPLINAS

Relación con la filosofía

716. No puede pedirse al físico que sea un filósofo, pero sí que posea suficiente praparación filosófica para diferenciarse netamente del mundo y unirse con ella en un plano superior. Debe elaborar un método adecuado a la contemplación de las cosas; ha de cuidarse de tornar la contemplación en conceptos y el concepto en palabras y tratar estas palabras como si fuesen objetos; debe estar enterado de los esfuerzos del filósofo, para llevar los fenómenos hasta el linde de la esfera filosófica.

717. No puede pedirse al filósofo que sea un físico; y sin embargo, su influjo sobre la órbita física es tan necesario como conveniente. Para tal fin no precisa un conocimiento detallado, pero sí una noción cabal de los puntos terminales donde convergen los detalles.

718. Ya más arriba (175 y ss.) hemos esbozado, de paso, estas consideraciones importantes y es oportuno repetirlas aquí. Lo peor que puede suceder a la física y a otras ramas de la ciencia es que se tome lo derivado por lo original y, como no es posible derivar lo original de lo derivado, se pretenda explicar lo original por lo derivado. Tal actitud provoca una confusión terrible, una maraña de argucias fútiles y un constante afán de buscar y encontrar subterfugios dondequiera que surja pujante la verdad.

719. En tanto que el observador, el naturalista, se debate, en tales condiciones, en medio de mil dificultades, puesto que los fenómenos contradicen en todo

momento a su concepto, el filósofo puede continuar operando en su esfera aun con un resultado falso, toda vez que ningún resultado es tan falso que no pueda tener valor como forma exenta de todo contenido.

720. Mas si el físico sabe comprender lo que hemos designado con el nombre de fenómeno primario, está a salvo, y a la par suya el filósofo; aquél, porque se convence de haber llegado al confín de su disciplina, de haber escalado la altura empírica desde donde puede abarcar de una mirada retrospectiva la empiria en todos sus grados y atisbar, ya que no abordar, el reino de la teoría, y éste, porque el físico le ofrece una cosa última que para él se convierte en la primera; entonces, con razón se desentiende de lo fenoménico, si se entiende por tal lo derivado, como se lo encuentra ya clasificado científicamente o como se presenta ante los sentidos, disperso y entreverado, en los casos empíricos. Si no obstante se empeña en recorrer también este camino y no desdeña echar una ojeada al detalle, lo hace cómodamente, en vez de detenerse demasiado tiempo en las regiones intermedias o pasar por ellas rápidamente sin llegar a conocerlas a fondo.

721. Aproximar en este sentido la teoría de los colores a la esfera filosófica ha sido el propósito del autor, y aunque no haya logrado cumplirlo por diversas causas, siempre tendrá la mente fija en esta meta al revisar su trabajo y recapitular su exposición, así como en la parte polémico-histórica, y más adelante, cuando llegue el momento de puntualizar esto y aquello, volverá sobre esta consideración.

Relación con las matemáticas

722. Cabe pedir al físico que quiera tratar la teoría natural en su totalidad que sea versado en las matemáticas. En la Edad Media éstas eran el instrumento primordial por cuyo medio se esperaba desentrañar los secretos de la Naturaleza y todavía en nuestros tiempos la geometría prevalece, como corresponde, en determinados aspectos de la teoría natural.

723. El autor no es versado en esta disciplina y por esto sólo se detiene en las regiones independientes de la geometría que se extiende ante el estudioso de nuestros tiempos.

724. ¿Quién va a negar que las matemáticas, uno de los más magníficos órganos humanos, presta en determinado aspecto grandes servicios a la física? Pero tampoco puede negarse, y de vez en cuando se admite de mal grado, que por la aplicación errónea de su método se ha causado grave daño a dicha ciencia.

725. Particularmente la teoría de los colores se ha resentido de ello y se han puesto trabas a su evolución confundiéndola con la parte restante de la óptica, que no puede prescindir de la geometría, cuando cabe considerarla muy bien independientemente de la óptica.

726. Agregóse a ello el inconveniente de que un gran matemático se formó una idea muy equivocada acerca del origen físico de los colores y por su gran prestigio de geómetra sancionó durante largo tiempo en el mundo, siempre preso en una red de prejuicios, los errores que había cometido en su carácter de naturalista.

727. El autor ha tratado en todo momento de mantener la teoría de los colores alejada de las matemáticas, si bien se plantean algunas cuestiones en que sería conveniente el concurso de la geometría. Si los matemáticos libres de prejuicios con que ha tenido y tiene todavía la fortuna de alternar no hubiesen estado ocupados en otros asuntos y, así, imposibilitados de colaborar con él, la consideración de la materia desde el punto de vista de las matemáticas ciertamente habría sido muy conveniente. Ahora bien, este déficit no deja de comportar una ventaja, por cuanto el matemático sagaz tiene ahora una oportunidad de averigurar por sí mismo los puntos donde la teoría de los colores tiene necesidad de su ayuda y la forma cómo puede contribuir a la dilucidación completa de este aspecto de las ciencias naturales.

728. En un plano general, sería de desear que los alemanes, que se desempeñan tan bien asimilando lo bueno de otras naciones, se acostumbrasen poco a poco a trabajar conjuntamente. Es verdad que la tendencia de nuestra época es diametralmente opuesta a este deseo. Cada cual no solamente busca la originalidad en sus pareceres, sino que también quiere ser, o cuando menos tener el convencimiento de ser, independiente de los esfuerzos de los demás en el desenvolvimiento de su vida y actividades. Muchas veces se da el caso de hombres, ciertamente de actuación meritoria, que sólo se remiten a sus propios escritos, diarios y compendios, y eso que tanto para el individuo como para el mundo sería mucho más ventajosa su cooperación. A este respecto, es ejemplar la conducta de nuestros vecinos, los franceses, según se comprueba, por ejemplo, con satisfacción en la introducción de Cuvier a su *Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux*.

729. Quien haya observado objetivamente las ciencias y su marcha llegará hasta a dudar de que sea ventajoso combinar múltiples ocupaciones y esfuerzos, por más que se vinculen entre sí, en una sola persona; a preguntarse si en vista de las limitaciones de la naturaleza humana no es más conveniente distinguir, por

ejemplo, al hombre que investiga y analiza del hombre que trata y aplica. No en balde los astrónomos dedicados a observar el firmamento y localizar estrellas se han diferenciado últimamente de aquellos que consideran y definen más exactamente el conjunto de la astronomía señalando nuevos derroteros.

Relación con la técnica tintórea

730. Si en nuestro trabajo hemos eludido al matemático, hemos buscado en cambio el contacto con el tintorero. Y aun cuando la parte que trata del aspecto químico de los colores no es la más completa y detallada, el tintorero extraerá tanto de ella como de los párrafos donde hemos expuesto nociones generales acerca de los colores, enseñanzas mucho más útiles que de la teoría tal como estaba enunciada hasta ahora, la cual no le servía para nada.

731. Cosa extraña, todos los manuales de tintorería empiezan por señalar con el respeto debido la teoría, pero no derivan de ella ni un asomo de aplicación práctica.

732. Por otra parte, los hombres compenetrados de la tintorería práctica se ven obligados a romper con la teoría tradicional, a denunciar en mayor o menor grados sus fallas y buscar un principio general más adecuado a la Naturaleza y la experiencia práctica. Más adelante tendremos una oportunidad de demostrar que la empiria continuada, al avanzar tanteando su camino, recorre por completo el círculo dentro del cual se halla confinada y se presenta como algo superior y perfecto susceptible de ser de gran utilidad para el teorizante sagaz y sincero.

Relación con la fisiología y la patología

733. Si en la parte que estudia los colores desde el punto de vista fisiológico y patológico hemos consignado casi exclusivamente fenómenos que son del dominio público, algunos conceptos nuevos serán de utilidad para el fisiólogo. Particularmente esperamos haber conquistado su aplauso por la circunstancia de que hemos relacionado determinados fenómenos aislados con otros afines o idénticos facilitándole así, en cierto modo, el trabajo.

734. En cuanto al apéndice patológico, por cierto que es insuficiente e inconexo. Mas no faltan los hombres ilustres que no solamente son muy entendidos y experimentados en esta materia, sino también tienen fama de ser tan cultos que no les será difícil ampliar estos párrafos y puntualizar lo que hemos esbozado, relacionándolo al mismo tiempo con las nociones superiores relativas al organismo.

Relación con la historia natural

735. En cuanto cabe esperar que la historia natural evolucionará gradualmente también en el sentido de derivar los procesos naturales de fenómenos superiores, el autor cree haber hecho también algunas sugestiones y dado algunos pasos preliminares en este sentido. El color, por cuanto se presenta en su mayor diversidad en la superficie de seres vivos, es un elemento importante de la sintomatología externa que nos permite darnos cuenta de los procesos internos.

736. Es verdad que uno no debe fiarse excesivamente de él a causa de su carácter indefinido y versátil; mas precisamente esta versatilidad, en cuanto se manifiesta como un fenómeno constante, es un criterio de la vida palpitante, y el autor desea ardientemente que le sea dable exponer en detalle lo que ha observado al respecto en un trabajo conexo que aquí no ha sido oportuno.

Relación con la física general

737. La situación actual de la física general parece muy propicia a nuestro trabajo, toda vez que gracias a un tratamiento múltiple e incesante la teoría natural ha alcanzado gradualmente un nivel tan elevado que no puede descartarse la posibilidad de agrupar la empiria infinita alrededor de un centro metódico.

738. Abstracción hecha de lo que se halla demasiado apartado de nuestra esfera particular, las fórmulas mediante las cuales se expresan para fines didácticos, ya que no con carácter dogmático, los fenómenos naturales elementales sugieren que no se tardará en llegar por la concordancia de los signos, necesariamente, a la concordancia del significado.

739. Los observadores objetivos de la Naturaleza, por más que discrepen en su modo de pensar, estarán de acuerdo en que todo cuanto ha de manifestarse debe insinuar o una desunión original susceptible de resolverse en la unión o una unidad original susceptible de desunirse y presentarse en estos términos. Desunir lo unido y unir lo desunido es la vida de la Naturaleza; tal es la perenne sístole-diástole, la eterna síncrisis y diácrisis, la inspiración y espiración del Universo en que vivimos, nos desenvolvemos y somos.

740. Es evidente que lo que aquí expresamos por medio de un número, como uno y dos, reviste en definitiva una significación superior, como también que la aparición de un tercero, cuarto elemento, de algo sujeto a evolución ulterior, debe interpretarse siempre en un sentido superior y, ante todo, todos estos términos han de basarse en una concepción verdadera.

741. El hierro nos es conocido como un cuerpo específico distinto de los demás; pero es un elemento neutro que para el hombre sólo reviste significación en determinados aspectos y para determinados fines. Sin embargo, requiérese muy poco para modificar el carácter neutro de dicho cuerpo; opérase una desunión, que al tender a la re-unión cobra como una relación mágica con lo que le es afín y continúa a través de toda su especie esta desunión, que no es sino una unión. He aquí el elemento neutro, el hierro; vemos operarse en él la desunión, propagarse, desaparecer y volver a operarse fácilmente —a nuestro entender un fenómeno primario que se liga inmediatamente con la idea y no reconoce nada terreno superior a él.

742. La electricidad es otro caso particular. No conocemos lo eléctrico, como elemento neutro. Es para nosotros una nada, una nulidad, un punto cero, pero que está presente en todos los fenómenos y es al mismo tiempo el fondo del que a la menor incitación surge un fenómeno doble, el cual sólo se manifiesta en cuanto vuelve a desaparecer. Las condiciones que determinan esta manifestación varían infinitamente con arreglo a la naturaleza de los cuerpos específicos. Desde la más enérgica fricción mecánica de cuerpos muy diferentes hasta la más leve yuxtaposición de los cuerpos enteramente iguales, diferenciados entre sí tan sólo por una especificación infinitesimal, está presente el fenómeno, hasta conspicuo y potente, determinado y dispuesto en forma que empleamos las fórmulas de la polaridad, del más y menos, adecuada y naturalmente como norte y sur, como vidrio y resina.

743. Este fenómeno, aun cuando se manifiesta referido primordialmente a la superficie, no es de ningún modo de carácter superficial. Incide sobre la determinación de las propiedades físicas y su acción se liga de un modo inmediato al magno fenómeno doble que juega un papel preponderante en la química: la oxidación y desoxidación.

744. Englobar en esta serie, este círculo, de fenómenos también el del color ha sido nuestro objetivo. Lo que nosotros no hemos logrado, otros lo lograrán. Hemos encontrado un tremendo conflicto primario de luz y tiniebla, que cabe expresar de un modo más general en los términos de luz y no luz; hemos tratado de resolver este conflicto y desarrollar así el mundo visible de la luz, la sombra y el color sirviéndonos para la exposición de los fenómenos de las distintas fórmulas que involucra la teoría del magnetismo, de la electricidad y de la química. Mas tuvimos que pasar más allá porque nos hallábamos en un plano superior y debíamos expresar situaciones más diversas.

745. Si la electricidad y el galvanismo, en su conjunto, se diferencian de los fenómenos magnéticos y se elevan por encima de ellos, cabe decir que el color,

aunque sujeto a las mismas leyes, se eleva aun mucho más y, como que impresiona el sentido noble de la vista, manifiesta con ventaja su naturaleza. Considérese la diversidad que nace de la exaltación del amarillo y el azul hasta el rojo, de la combinación de estos dos extremos superiores que produce el púrpura y la mezcla de los dos extremos inferiores que da origen al verde. ¡He aquí un esquema infinitamente más variado que aquel que comprende el magnetismo y la electricidad! Por otra parte, estos últimos fenómenos son de una categoría inferior, así que si bien penetran y animan el mundo general no pueden elevarse, en el sentido superior, hacia el hombre para que éste haga de ellos un uso estético. El esquema físico general y simple debe experimentar en sí una elevación y diversificación antes de poder servir fines superiores.

746. Recuerde el lector en este orden de ideas lo que hasta aquí hemos dicho en un sentido general y particular acerca del color, y podrá puntualizar y ampliar por sí mismo lo que aquí sólo ha sido esbozado. El saber, la ciencia, la artesanía y el arte se beneficiarían enormemente, si fuese posible sacar el hermoso capítulo de la teoría de los colores de la limitación y aislamiento atómicos a que ha estado confinado hasta ahora y reintegrarlo al flujo dinámico general de la vida y los procesos vitales de nuestra época.

Relación con la teoría del sonido

747. Antes de considerar los efectos sensible-morales y consiguientes efectos estéticos del color, corresponde hablar brevemente de su relación con el sonido.

En todo tiempo se ha intuido cierta conexión entre el color y el sonido, según demuestran las comparaciones ya superficiales o detenidas que se han hecho no pocas veces. Sólo que se caía en el siguiente error:

748. El color y el sonido no se prestan en absoluto a comparaciones; mas sí cabe referir uno y otro a una fórmula superior y derivar ambos, por cierto que cada uno por separado, de una fórmula superior. Son el color y el sonido como dos ríos que nacen en una misma montaña, pero bajo condiciones muy diferentes corren en direcciones contrarias, de modo que no ofrecen analogías en ningún punto de su respectivo curso. Uno y otro son acciones elementales que se rigen por la ley general de la desunificación y la unificación, del crecimiento y decrecimiento, del movimiento y contramovimiento, mas en direcciones diferentes, en forma diferente, sobre elementos intermedios diferentes y para sentidos diferentes.

749. Quien capte cabalmente la forma cómo hemos relacionado la teoría de los colores con la teoría natural general y por su buena fortuna y genialidad

compense nuestras insuficiencias y omisiones, puede —estamos convencidos de ello— vincular la teoría del sonido por completo a la física general, en la cual se encuentra hoy por hoy como históricamente aislada.

750. Mas precisamente tal paso comportaría la dificultad más grande de destruir la música positiva, desarrollada de singulares fuentes empíricas y accidentales, matemáticas, estéticas y geniales, en favor de un tratamiento físico y disolverla en sus elementos físicos primarios. Dado el nivel en que se hallan la ciencia y el arte, habría tal vez también para esto, tras no pocos magníficos trabajos preliminares, tiempo y oportunidad.

Consideraciones finales acerca del lenguaje y de la terminología

751. Nunca se tiene presente con suficiente claridad que una lengua es, en definitiva, mero simbolismo y expresa los objetos no de un modo inmediato, sino tan sólo en forma mediata. Es así, particularmente, en el caso de las entidades que tan sólo se asoman a la experiencia práctica y que cabe llamar acciones antes que objetos, como operan sin cesar en el reino de la Naturaleza. No es posible fijarlos, y sin embargo, hay que hablar de ellos; de ahí que se recurre a toda clase de fórmulas en un esfuerzo de aproximarse a ellos siquiera por conducto de la expresión figurada.

752. Las fórmulas metafísicas son muy amplias y profundas; mas para llenarlas debidamente se requiere un contenido rico. En muchos casos pueden aplicarse muy cómoda y adecuadamente fórmulas matemáticas; pero siempre tienen algo de rígido y torpe y no tardamos en percatarnos de su insuficiencia, porque hasta en los casos elementales percibimos muy pronto una esencia inconmesurable; además, sólo están al alcance de un círculo reducido de espíritus de adecuada preparación especial. Las fórmulas mecanicistas son más fáciles de aprehender para el común de los mortales, pero también son más vulgares y siempre tienen cierto carácter rudo y torpe. Transforman lo vivo en cosa muerta; matan la vida interior para aportar desde fuera otra insuficiente. Las fórmulas corpusculares son de la misma laya; vuelven rígido lo móvil y ordinarias la representación y la expresión. Las fórmulas morales, por su parte, que ciertamente expresan las situaciones en términos más delicados, aparecen como meras alegorías y son susceptibles de perderse en juegos del ingenio.

753. Mas si pudiesen emplearse con conciencia todas estas modalidades de la representación y expresión y consignarse en un lenguaje variado las consideraciones relativas a los fenómenos naturales, si se evitase la unilateralidad y se

captase un sentido palpitante en una expresión palpitante, ciertamente sería posible comunicar muchas cosas convenientes.

754. Mas, ¡cuán difícil es no suplantar la cosa por su signo, tener en todo momento una noción viva de la esencia y no matarla por la palabra! En tiempos recientes se ha agravado el peligro por cuanto hemos derivado de todo cuanto es susceptible de conocerse y saberse vocablos y terminologías para expresar nuestros conceptos de la Naturaleza simple. Apélase a la astronomía, la cosmología, la geología, la historia natural y aún a la religión y al misticismo; ¡y cuántas veces no se oculta y obscurece más que se dilucida y aclara lo general por algo particular, lo fundamental por algo derivado!

Nos damos plena cuenta de la necesidad que determina el desarrollo y la expansión de tal lenguaje y sabemos también, que en cierto sentido éste es indispensable; pero sólo si se lo emplea en forma moderada y sin pretensiones, con convicción y conciencia, puede reportar ventajas.

755. Lo más conveniente sería derivar el lenguaje por el cual se quiere designar los detalles de determinada esfera de la esfera misma, tomar el fenómeno más simple como fórmula fundamental y derivar de ella los más complejos.

756. Ante la necesidad y conveniencia de tal lenguaje por signos, donde el signo básico ha de expresar el fenómeno mismo, se ha hecho extensiva la fórmula de la polaridad del magnetismo a la electricidad, etcétera. El más y el menos que pueden tomar el lugar de dicha fórmula han sido aplicados adecuadamente a gran número de fenómenos; más aún, el compositor, probablemente sin ocuparse para nada de esas otras disciplinas, ha sido inducido por la Naturaleza a expresar la diferencia principal de los modos *mayor* y *menor*.

757. Así, también, hace mucho que deseamos introducir la fórmula de la polaridad en la teoría de los colores; diga el presente trabajo con qué razón y en qué sentido. Quizá se nos ofrezca más adelante una oportunidad para reaccionar a nuestra manera, mediante tal tratamiento y simbolismo, referidos siempre a la empiria, los fenómenos naturales elementales y puntualizar lo que aquí se ha expuesto en términos generales y acaso no con claridad suficiente.

CAPÍTULO VI

EL EFECTO SENSIBLE-MORAL DEL COLOR

758. Ya que el color ocupa tan destacado lugar entre los fenómenos naturales primarios llenando con una variedad prodigiosa el círculo sencillo que le está asignado, no ha de causar sorpresa el hecho de que en sus manifestaciones elementales más generales, sin relación alguna con la naturaleza o configuración del cuerpo en cuya superficie lo percibimos, produce sobre el sentido de la vista, al que pertenece y, por conducto de él, sobre el alma humana individualmente un efecto específico y en combinación un efecto ya armonioso o característico, muchas veces también no armonioso, pero siempre definido y significativo, que se vincula estrechamente con la esfera moral. Por lo cual el color, considerado como elemento del arte, puede ser puesto al servicio de los más elevados fines estéticos.

759. Los hombres se deleitan en general con el color. La vista lo necesita tanto como la luz. ¡Qué sensación tan grata la de ver en un día gris los rayos del Sol iluminar determinada porción del paisaje y destacar en ella los colores! El que se atribuyeran virtudes curativas a las piedras preciosas quizá tenga su origen en la experiencia profunda de este bienestar inefable.

760. Los colores que percibimos en los cuerpos no es para el órgano visual algo extraño que suscita en él este placer, sino que el órgano está en todo momento en disposición para producir por sí mismo colores y queda gratamente impresionado cuando desde fuera le es ofrecido algo adecuado a su propia naturaleza; cuando su definibilidad es definida significativamente en un sentido determinado.

761. De la noción del conflicto del fenómeno, el conocimiento de sus determinaciones específicas que hemos adquirido, cabe inferir que las distintas impresiones cromáticas no pueden ser confundidas; que obran en forma específica y originan necesariamente estados específicos en el órgano viviente.

762. También en el alma. La experiencia nos enseña que los distintos colores determinan estados del ánimo bien definidos. Cuéntase de cierto francés espiritual: *Il prétendait que son ton de conversation avec Madame était changé depuis qu'elle avait changé en cramoisi le meuble de son cabinet qui était bleu.*

763. Para percibir cabalmente estos efectos significativos específicos, es preciso rodear la vista por completo de un solo color, por ejemplo, estar en una habitación en que no se vea más que un solo color o mirar por un vidrio coloreado. En tal caso la persona se identifica con el color, el que "sincroniza" el ojo y el espíritu.

764. Los colores del lado del más son el amarillo, el amarillo rojizo (anaranjado) y el rojo amarillento (minio, bermejo). Estos colores vuelven al hombre vivaz, activo y dinámico.

El amarillo

765. Es éste el color más próximo a la luz y se origina a la más leve atenuación de la misma, ya sea por medios turbios o por reflexión débil de superficies blancas. En los experimentos prismáticos él solo se expande en el espacio claro y allí se presenta en su máxima pureza mientras los dos polos se hallen aún separados, antes de fundirse con el azul en el verde. Ya hemos explicado detenidamente en el lugar correspondiente cómo el amarillo químico se desarrolla junto al blanco y sobre él.

766. En su máxima pureza el amarillo comporta siempre la naturaleza de lo claro y posee una cualidad alegre, risueña, que impresiona suavemente.

767. En este grado es un color ambiental agradable, en el vestido, la cortina o el empapelado. El oro, en su estado puro, particularmente si se agrega el brillo, da una nueva y elevada idea de dicho color, del mismo modo que el amarillo subido, en seda lustrosa, por ejemplo raso, produce un efecto magnífico y noble.

768. La experiencia enseña que el amarillo causa una impresión decididamente grata y confortante. De ahí que en la pintura corresponde al lado iluminado y activo.

769. Este efecto cálido resalta particularmente si a través de un vidrio amarillo, sobre todo en un día gris de invierno, se mira el paisaje: se recrea la vista, se expande el corazón y se alegra el ánimo; le parece a uno sentir en la cara el roce de un soplo cálido.

770. Este color, tan grato y confortante en su estado puro y claro y tan agradable y noble en su potencia máxima, es sin embargo muy delicado y resulta sumamente penoso cuando aparece ensuciado o llevado hasta cierto punto hacia el lado del menos. Así, por ejemplo, el color del azufre, que tira a verde, causa una impresión desagradable.

771. Cuando el color amarillo es comunicado a superficies impuras y viles, como el paño ordinario, el fieltro, etcétera, donde no se presenta con toda su energía, resulta tal efecto desagradable. A raíz de una modificación leve e imperceptible la impresión hermosa del fuego y del oro se torna en una sensación francamente asquerosa y el color del honor y del deleite se trueca en el de la vergüenza, la repugnancia y el malestar.

El amarillo rojizo

772. Como ningún color es fijo, el amarillo puede ser llevado fácilmente, por condensación y oscurecimiento, hacia el rojo. Entonces, aumenta en energía y como amarillo rojizo aparece más potente y magnífico.

773. Todo cuanto hemos dicho acerca del amarillo se aplica también aquí, sólo que en un plano superior. El amarillo rojizo determina en un grado aún mayor que el amarillo la sensación de calor y de bienestar gozoso, por cuanto representa el color del fuego superior, así como el tinte más suave del Sol poniente. De ahí que también como color ambiental es agradable. Un pequeño toque de rojo cambia al instante el aspecto del amarillo, y si los ingleses y los alemanes se dan todavía por satisfechos con los colores del cuero claro, del amarillo pálido, el francés requiere el amarillo elevado al rojo, como en un plano general le agradan todos los colores del lado activo.

El rojo amarillento

774. Así como el amarillo puro se transforma muy fácilmente en amarillo rojizo, no hay manera de evitar que éste se exalte hasta el rojo amarillento. La impresión grata y alegre que nos causa el amarillo rojizo se exacerba en el rojo amarillento subido, llegando hasta la sensación violenta e insoportable.

775. El lado activo se muestra aquí con su máxima energía y no es de extrañar que las personas pletóricas, robustas y rudas den la preferencia a este color. Los pueblos primitivos lo prefieren marcadamente. Y los niños, cuando se los deja iluminar a su antojo, hacen amplio uso del bermejo y del minio.

776. Si se mira fijamente una superficie coloreada de rojo amarillo, parece que el color penetrara en el órgano cual un taladro. Causa un "shock" tremendo y produce este efecto aun en un grado avanzado de oscuridad.

Los animales se inquietan y se encolerizan a la vista de un paño rojo amarillento. Y he conocido a personas cultas que no podían soportar el encontrarse en un día gris con un hombre vestido de una levita de color escarlata.

777. Los colores correspondientes al lado del menos son el azul, el azul bermejo y el rojo azulado. Estos colores suscitan en el alma inquietud, emoción y anhelo.

El azul

778. Así como el amarillo siempre implica luz, cabe decir que el azul siempre comporta oscuridad.

779. Este color causa a la vista una impresión singular e inefable. Es, como color, una energía; pero pertenece al lado negativo y en su pureza suprema es, como quien dice, una preciosa nada. Su efecto es una mezcla de excitación y serenidad.

780. Del mismo modo que el cielo y las montañas lejanas aparecen azules, la superficie azul parece que se alejara de nosotros.

781. Así como nos sentimos impulsados a correr en pos de un objeto agradable que se nos huye, nos gusta mirar el azul, no porque "salta a la vista", sino, por el contrario, porque la arrastra tras de sí.

782. El azul nos causa una sensación de frío, como también evoca la sombra. Sabemos que deriva del negro.

783. Los cuartos azules aparecen vastos, pero también vacíos y fríos.

784. A través del vidrio azul los objetos cobran un aspecto tétrico.

785. No nos impresiona desagradablemente el azul que participa hasta cierto punto del más. El verdemar es un color exquisito.

El azul bermejo

786. Del mismo modo que no hemos tardado en ver exaltado el amarillo, comprobamos esta propiedad también en el azul.

787. El azul se eleva muy paulatinamente al rojo, asumiendo así cierto carácter activo, aun cuando está del lado pasivo. Pero su efecto es muy distinto del de la coloración roja amarillenta; más que anima, inquieta.

788. Así como la exaltación misma es incesante, desea uno avanzar a la par de este color; pero no, como en el caso del rojo amarillento, para progresar sin cesar activamente, sino para encontrar un punto de descanso.

789. El azul bermejo muy diluido se conoce con el nombre de violeta, coloración que igualmente da la impresión de una excitación exenta de alegría.

El rojo azulado

790. Esa inquietud aumenta conforme progresa la exaltación del color, y puede decirse que ha de ser francamente insoportable el aspecto de cualquier superficie de color rojo azulado puro y saturado. De ahí que en la indumentaria, las cintas y demás adornos, se lo aplica muy diluido y claro, que es como, de acuerdo con su naturaleza señalada, produce un efecto singularmente agradable.

791. El alto clero, al haber adoptado este color inquieto, cabe decir que por las gradas de una exaltación progresiva asciende incesantemente hacia el púrpura correspondiente al cardenalato.

El rojo

792. Descártase, al considerar este color, todo cuanto es susceptible de determinar una sensación de amarillo o de azul; imagínese un color absolutamente puro, un carmín perfecto, secado en un platillo de porcelana blanca. En atención a su elevada dignidad hemos designado este color a veces con el nombre de púrpura, si bien sabemos que el color púrpura de los antiguos tiraba más bien a azul.

793. El que conozca el origen prismático del color púrpura estimará paradójica nuestra afirmación de que este color está contenido, ya en acto o en potencia, en todos los demás colores.

794. Si hemos comprobado en el amarillo y el azul una exaltación progresiva hasta el rojo y puntualizado su efecto sobre nuestro estado de ánimo, cabe suponer que la unión de los polos exaltados determine un sosiego, algo así como una satisfacción inefable. Así, en los fenómenos físicos este fenómeno cromático supremo reconoce como origen la combinación de dos extremos opuestos que se han preparado paulatinamente para la unificación.

795. Como pigmento, este color se presenta acabado y, como el rojo más perfecto, en la cochinilla, materia que mediante un tratamiento químico puede ser llevado sin embargo ora al lado del más, ora al lado del menos, y a lo sumo alcanza un equilibrio pleno en el mejor carmín.

796. El efecto de dicho color es tan singular como su naturaleza. Causa una impresión de dignidad grave no menos que de gracia serena; aquélla, cuando está oscuro, condensado; ésta, en su estado claro diluido. De suerte que la dignidad de la vejez y la gracia amable de la juventud pueden vestirse del mismo color.

797. Cuéntanos la historia de lo celosos que en todo tiempo han estado del color púrpura los soberanos. Todo ambiente así trasunta gravedad y magnificencia.

798. El vidrio teñido de color púrpura muestra el paisaje bien iluminado con una luz terrorífica. Así debieran aparecer el cielo y la tierra el día del Juicio Final.

799. Toda vez que las dos materias que utilizan los tintoreros primordialmente para producir este color, el quérmes y la cochinilla, tienden en mayor o menor grado al lado del más y al lado del menos y también pueden ser invertidas mediante el tratamiento con ácidos y álcalis, es de notar que los franceses se atienen al lado activo, como lo prueba el escarlata francés, que tira a amarillo, en tanto que los italianos insisten en el lado pasivo, así que su escarlata tiene un toque de azul.

800. A raíz de un tratamiento alcalino similar se origina el carmesí, color que ha de serles muy odioso a los franceses, como que emplean los términos *sot en cramoisi* y *méchant en cramoisi* para designar lo en extremo cursi y malvado.

El verde

801. Si se combinan el amarillo y el azul, que consideramos como los colores primarios y más simples, ya en el primer grado de su acción, nace el color que llamamos verde.

802. Nuestra vista halla en él una satisfacción real. Si los dos colores determinantes se equilibran exactamente en la mezcla, en forma que ninguno de ellos prima sobre el otro, el ojo y el ánimo descansan en este compuesto como si fuese simple. No se quiere pasar más allá, y no se puede tampoco. De ahí que para las salas de estar se elige generalmente un papel verde.

Totalidad y armonía

803. Hasta aquí, para los fines de nuestra exposición hemos supuesto que la vista puede verse obligada a identificarse con un color determinado. Ahora bien, esto sólo es posible por un instante.

804. Pues cuando nos vemos rodeados de un color que suscita en nuestra retina la impresión correspondiente a su naturaleza y por su presencia nos obliga a identificarnos con él, se trata de una situación forzada de que el órgano trata de salir.

805. En cuanto la retina percibe el color, entra en acción y produce al instante, instintiva y necesariamente, otro color que junto con el dado comprende la totalidad del círculo cromático. Todo color individual genera en la retina, en virtud de una impresión específica, la tendencia a la generalidad.

806. Para percibir esta totalidad, satisfacerse a sí misma, la retina busca junto a todo espacio coloreado otro incoloro, con el fin de producir en él el color complementario.

807. Aquí reside, pues, la ley fundamental de la armonía cromática, según todo el mundo puede comprobarlo familiarizándose con los experimentos que hemos expuesto en la parte relativa a los colores fisiológicos.

808. Cuando la totalidad cromática es ofrecida a la retina por el mundo exterior, ella queda gratamente impresionada, pues se le presenta como realidad la suma de su propia actividad. Hablemos, pues, ante todo de estas combinaciones armoniosas.

809. Para orientarse fácilmente al respecto, figúrese en el círculo cromático indicado por nosotros un diámetro móvil al que se le hace dar una vuelta entera; los dos extremos marcan, sucesivamente, las parejas de colores que se complementan, las que ciertamente pueden ser reducidas, en última instancia, a tres contrastes simples.

810. El amarillo presupone el azul bermejo;
El azul presupone el amarillo rojizo;
El color púrpura presupone el verde, y viceversa.

811. Conforme el diámetro móvil imaginario se aparta del centro de la serie cromática en que hemos ordenado los colores con arreglo a la ley natural, su extremo opuesto avanza en dirección contraria, y mediante tal dispositivo se puede indicar fácilmente respecto a cualquier color el que presupone. Conviene para tal fin confeccionar un círculo cromático que muestre los colores y sus gradaciones, no por separado, sino en una sucesión continua; pues se trata de una cuestión importante que vale la pena de ser estudiada detenidamente.

812. Si la percepción de los distintos colores determina en nosotros, como quien dice, una afección patológica, por cuanto nos sentimos sumidos en distintos estados de ánimo, ora activos y pletóricos, ora pasivos y anhelantes, ya elevados hacia lo noble, ya arrastrados abajo hacia lo vil, el impulso a la totalidad ingénito en nuestro órgano visual nos redime de esta limitación; se pone a sí mismo en libertad produciendo el contraste de lo específico que le ha sido impuesto y, así, una totalidad satisfactoria.

813. De modo que, si son simples los contrastes en definitiva armoniosos que nos son dados dentro del círculo estrecho, es muy importante el hecho de que está innata en nosotros la facultad de elevar a la Naturaleza, a través de la totalidad, al plano de la libertad y que por una vez se nos presenta un fenómeno natural inmediatamente para el uso estético.

814. Si cabe decir, por tanto, que el círculo cromático, tal como lo señalamos, suscita ya por su composición una sensación agradable, corresponde mencionar que se ha considerado hasta ahora el arco iris injustificadamente como un ejemplo de la totalidad cromática, puesto que le falta el color capital, esto es, el rojo puro, el púrpura, el cual no puede desarrollarse porque en dicho fenómeno, igual que en la imagen prismática tradicional, no llegan a originarse el rojo amarillento ni el rojo azulado.

815. En un plano general, en la Naturaleza no se da ningún fenómeno general que comporte íntegramente la totalidad cromática. Ésta puede representarse experimentalmente en toda su belleza. Para formarnos una idea cabal de

cómo el fenómeno total se configura en el círculo conviene recurrir a pigmentos sobre papel, hasta que en virtud de una disposición ingénita y tras alguna experiencia y práctica lleguemos a compenetrarnos de la idea de esta armonía.

Combinaciones características

816. Además de estas combinaciones puramente armoniosas que siempre comportan la totalidad, hay otras que son el producto del antojo, las que se definen convenientemente por la circunstancia de que se determinan en nuestro círculo cromático no mediante el diámetro, sino por cuerdas, en forma que se salta un color intermediario.

817. Llamamos características a estas combinaciones, porque todas ellas revisten una significación determinada, la cual se nos impone con insistencia, pero no nos satisface, por cuanto todo lo característico sólo lo es por destacarse como parte de un todo con el que se relaciona, sin fundirse en él.

818. Toda vez que conocemos el origen y las relaciones de armonía de los colores, cabe suponer que también los caracteres de las combinaciones arbitrarias tendrán la más diversa significación. Vamos a considerarlas una por una.

Amarillo y azul

819. Es ésta la más simple de tales combinaciones. Puede decirse que hay en ella un déficit; pues como el rojo está totalmente ausente en ella, le falta una parte demasiado grande de la totalidad. En este sentido cabe calificarla de pobre, y como los dos polos corresponden al grado más bajo, de ordinaria. Tiene embargo la ventaja de estar la más próxima al verde y por tanto a la satisfacción real.

Amarillo y púrpura

820. Esta combinación, si de un lado adolece de cierta unilateralidad, del otro es risueña y magnífica. Se ven los dos extremos del lado activo uno al lado de otro, sin que quede expresado el desarrollo constante.

Como su mezcla por pigmentos da el rojo amarillento, toman en cierto modo el lugar de este color.

Azul y púrpura

821. Se trata de la combinación de los extremos del lado pasivo, con el extremo superior gravitando hacia el activo. Como la mezcla de estos dos colores

da el rojo azulado, el efecto de esta combinación también se aproximará a dicho color.

Rojo amarillento y rojo azulado

822. Esta combinación de los extremos exaltados de los dos lados resulta fascinante y sublime. Nos hace entrever el color púrpura que en los experimentos físicos nace de la unión de estos dos colores.

823. Estas cuatro combinaciones tienen, pues, en común el que su mezcla originaría los colores intermediarios de nuestro círculo cromático, efecto que surten ya cuando la combinación se compone de partículas y es vista de lejos. Una superficie cubierta de angostas bandas azules y amarillas aparece verde cuando es vista de lejos.

824. Cuando quiera que el ojo percibe juntos el azul y el amarillo, se suscita en él el singular afán de producir el verde, sin lograrlo, sin embargo, y sin poder determinar, pues, reposo en el detalle ni una sensación de totalidad en el conjunto.

825. Como se ve, no sin razón hemos calificado estas combinaciones de características; por lo demás, el carácter de cada una de ellas debe referirse al de los distintos colores que las integran.

Combinaciones no características

826. Pasamos ahora a estudiar la última modalidad de combinaciones, que son fáciles de determinar en el círculo, pues son las indicadas por cuerdas más pequeñas al saltarse, no todo un color intermediario, sino tan sólo la transición de uno a otro.

827. Cabe calificar estas combinaciones de no características, por cuanto están demasiado próximas unas a otras como para que puedan producir un efecto significativo. Con todo, la mayoría de ellas sugieren cierto progreso, cuya relación no puede apenas tornarse perceptible, sin embargo.

828. Así, el amarillo y el rojo amarillento, el rojo amarillento y el color púrpura, el azul y el rojo azulado, el rojo azulado y el color púrpura dan los grados

inmediatamente superiores de la exaltación y la culminación y en ciertas proporciones de las masas no surten por cierto mal efecto.

829. La combinación de amarillo y verde siempre traduce una alegría vulgar, la de azul y verde siempre una vileza repugnante.

Relación de las combinaciones con la claridad y la oscuridad

830. En estas combinaciones puede introducirse gran variedad juntando dos colores claros, dos colores oscuros, como también un color claro y otro oscuro; debe empero regir en cada caso particular lo que rige en general. De la variedad infinita resultante entresacamos lo siguiente:

831. El lado activo, combinado con el negro, gana en energía; el pasivo, en cambio, pierde. En combinación con el blanco y lo claro, el lado activo pierde en fuerza, en tanto que el pasivo gana en viveza. El color púrpura y el verde aparecen oscuros y tétricos junto al negro, en cambio agradables al lado del blanco.

832. Por otra parte, todos los colores pueden ser ensuciados y desvirtuados en mayor o menor grado y, así, combinados ya unos con otros o con colores puros, lo cual permite variar las condiciones hasta el infinito, pero trae consigo todo lo que hemos expuesto respecto a lo puro.

Consideraciones históricas

833. Tras haber consignado los principios de la armonía cromática, no estará de más repetir lo expuesto en relación con experiencias y ejemplos.

834. Estos principios habían sido derivados de la humana naturaleza y las leyes reconocidas que rigen los fenómenos cromáticos. En la experiencia práctica se dan hechos que corroboran estos principios y otros que los desmienten.

835. El hombre natural, los pueblos primitivos y los niños prefieren los colores en su máxima energía, y así, particularmente, el rojo amarillento. También propenden a lo abigarrado. Ahora bien, lo abigarrado es la suma de los colores que en su máxima energía se combinan sin equilibrio armónico. Si instintiva o casualmente está asegurado este equilibrio, el efecto es agradable. Recuerdo que un oficial de Hesse, de regreso de América, se embadurnó la cara al modo de los salvajes con colores puros, logrando una especie de tonalidad que impresionaba gratamente.

836. Los pueblos del sur de Europa prefieren en su indumentaria los colores vistosos, propensión fomentada por la facilidad con que pueden adquirir telas de seda. Particularmente las mujeres, con sus corseletes y cintas que exhiben los colores más chillones, están siempre en consonancia con el paisaje, pues no pueden eclipsar el ambiente radiante del cielo y de la tierra.

837. La historia de la tintorería nos enseña que en las indumentarias de las naciones han influido decisivamente determinadas ventajas técnicas. Así, los alemanes hacen amplio uso del azul, por ser éste un color sólidamente adherido al paño; en algunas regiones todos los campesinos visten el cutí doble verde, porque este género se impregna bien de dicho color. El viajero que se fije en estos detalles no tardará en hacer comprobaciones tan interesantes como instructivas.

838. Los colores no solamente generan estados de ánimo, sino que también cuadran con ellos. Los pueblos vivaces, como los franceses, prefieren los colores exaltados, particularmente los del lado activo, en tanto que los comedidos, como los ingleses y los alemanes, propenden al color pajizo y de cuero, que combinan con el azul. Las naciones tendentes a la dignidad grave, los italianos y los españoles, llevan el color rojo de su indumentaria al lado pasivo.

839. Respecto a la indumentaria, se relaciona el carácter del color con el de la persona. Cabe observar, así, la relación de los distintos colores y combinaciones con la tez, la edad y la posición social.

840. Las jóvenes propenden al color rosa y el verde mar; las matronas, al violeta y el verde oscuro. Las rubias prefieren el violeta y el amarillo claro; las morenas, el azul y el rojo amarillento; todas ellas con razón, por cierto.

Los Césares estaban muy celosos del color púrpura. El traje del emperador chino es de color anaranjado bordado con púrpura. Sus servidores y el clero tienen derecho a vestir de amarillo limón.

841. Las personas cultas tienen cierta aversión a los colores, ya por tener débil el órgano visual o poco definido el gusto, que así tiende a refugiarse en la nada. Hoy día las mujeres visten casi sin excepción de blanco y los hombres de negro.

842. Por lo demás, es oportuno señalar aquí el hecho de que el hombre, que aspira a distinguirse, tiende sin embargo en no menor grado a fundirse en la masa de sus semejantes.

843. El color negro debía recalcar al noble veneciano la igualdad republicana.

844. Cabe dilucidar, acaso, también cómo el cielo gris norteño ha proscrito paulatinamente los colores.

845. Claro que el uso de los colores puros tiene límites muy estrechos, en tanto que los ensuciados y desvirtuados, los llamados colores de moda, exhiben una gama infinita de gradaciones y matices, en su mayor parte de un efecto agradable.

846. Es de advertir, también, que con el uso de los colores puros las mujeres corren el riesgo de dar al cutis no muy lozano un aspecto aún más pobre; en un plano general, en cuanto deben ponerse a tono con un ambiente brillante están obligadas a realzar su cutis mediante el colorete.

847. A este respecto, queda aún por cumplir la tarea sugestiva de estudiar los uniformes, las libreas, las escarapelas y demás distintivos en base a los principios arriba expuestos. Puede decirse, en términos generales, que tales indumentarias y distintivos no debieran exhibir colores armoniosos. Los uniformes debieran trasuntar carácter y dignidad; las libreas pueden ser de colores vulgares y vistosos. No faltarían por cierto los ejemplos buenos y malos, toda vez que la escala cromática es reducida y ha sido ensayada ya muchas veces.

El efecto estético

848. Del efecto sensible-moral producido por los colores tanto individual como conjuntamente, tal como lo hemos expuesto, deriva para el artista el efecto estético. Vamos a señalar también en este respecto los hechos más importantes, previo estudio de la condición general de la representación pictórica, la luz y la sombra, con las que se relaciona íntimamente el fenómeno cromático.

El claroscuro

849. Designamos con el nombre de claroscuro la representación de objetos materiales que atiende únicamente al efecto de la luz y la sombra.

850. En un sentido más estrecho, se aplica este término también al área sombreada iluminada por reflejos. Aquí lo empleamos en su primera acepción más general.

851. Es posible y necesario diferenciar el claroscuro del fenómeno cromático. El artista resolverá más fácilmente el problema de la representación si primero

se imagina el claroscuro con independencia de los colores y se forma de él una idea cabal.

852. El claroscuro hace aparecer el cuerpo como tal, por cuanto la luz y la sombra destacan la opacidad.

853. Entran en consideración la luz cruda, la media tinta y la sombra, así como, dentro de la sombra, la sombra propia del cuerpo, la sombra proyectada sobre otros cuerpos y la sombra aclarada o reflejo.

854. El ejemplo más natural del claroscuro es la esfera para formarse una idea general; pero no es adecuada para el uso estético, pues la unidad vaga de tal esfera lleva a lo nebuloso. Para lograr efectos artísticos, hay que aplicarle superficies, para que las porciones del lado sombreado y del lado iluminado se diferencien más netamente.

855. Los italianos le llaman a eso *il piazzoso*. Si la esfera fuese un ejemplo perfecto del claroscuro natural, el poliedro lo sería del claroscuro artificial, donde se manifestarían todas las modalidades de luz, media tinta, sombra y reflejo.

856. Se tiene el racimo como un buen ejemplo de un todo pictórico en el claroscuro, máxime como por su conformación se presta para representar un grupo magnífico. Pero sólo es de utilidad para el maestro que sepa ver en él lo que es capaz de hacer.

857. Para ilustrar el concepto fundamental, que hasta de un poliedro es difícil de derivar, proponemos un cubo cuyas tres caras visibles representan por separado, una al lado de otra, la luz, la media tinta y la sombra.

858. Para pasar al claroscuro de una figura compuesta, elegimos el ejemplo de un libro abierto, que pone de relieve una mayor diversidad.

859. Las estatuas antiguas de los tiempos pletóricos están labradas muy adecuadamente con miras a tales efectos. Las partes iluminadas aparecen tratadas de un modo sencillo, las sombreadas en cambio en forma muy variada con objeto de acondicionarlas para múltiples reflejos, según el ejemplo del poliedro.

860. Ejemplos de la pintura antigua al respecto son las pinturas de Herculano y el fresco "Las bodas aldobrandinas".

861. En cuanto al arte moderno, se dan ejemplos en algunas figuras de Rafael, así como en cuadros enteros de Correggio y la escuela neerlandesa, particularmente de Rubens.

La tendencia al color

862. Rara vez puede darse en la pintura una obra de arte en blanco y negro. Algunos trabajos de Polidoro, así como nuestros grabados, son ejemplos de tales obras. Son notables en cuanto atienden a formas y posturas; pero no recrean la vista, pues se deben a una abstracción forzada.

863. Cuando el artista se abandona a su sentimiento, surge al instante el color. En cuanto el negro tira a azul, se impone el amarillo, que el artista distribuye guiado por su instinto aplicándolo, en parte puro en los reales, en parte rojizo y ensuciado, como marrón, en los reflejos, para animar su composición, según le parece más conveniente.

864. Todo redunda en la aplicación de un color complementario o un efecto cromático. Así, Polidoro introdujo en sus frescos blanquinegros una vasija amarilla o cosa por el estilo.

865. En un plano general, en todo tiempo los hombres han tendido instintivamente al color. Paolo Uccello, por ejemplo, combinaba figuras incoloras con paisajes coloreados.

866. Ni aun la escultura de los antiguos podía resistir a este impulso. Los egipcios coloreaban sus bajorrelieves. A las estatuas se aplicaban ojos de piedra coloreada. Las cabezas y extremidades de mármol se combinaban con ropaje de pórfido. Los escultores de nuestro tiempo diferencian la carne mediante una tintura del ropaje.

La perspectiva

867. La perspectiva lineal indica la degradación de los objetos en tamaño aparente en virtud de la distancia, la perspectiva aérea, la degradación en mayor o menor nitidez en virtud de la distancia.

868. Aun cuando con arreglo a la conformación de nuestra retina no vemos los objetos distantes tan distintamente como los próximos, la perspectiva aérea se

basa en definitiva en el principio importante de que todos los medios transparentes son turbios en mayor o menor grado.

869. La atmósfera es, pues, siempre más o menos turbia, propiedad que resulta particularmente en las latitudes meridionales, con alta presión atmosférica, tiempo seco y cielo despejado, siendo dable observar una degradación notable de los objetos poco distantes unos de otros.

870. En general este fenómeno es muy conocido; mas el pintor percibe o cree percibir la degradación incluso respecto a las distancias mínimas. La representa degradando las partes de un cuerpo, por ejemplo de un rostro visto de frente. Aquí entra en juego el factor iluminación.

El colorido

871. Pasando ahora al estudio del colorido, partimos del supuesto de que el pintor esté al tanto del esquema de exposición de nuestra teoría de los colores y se haya familiarizado con determinados capítulos y párrafos que le atañen particularmente; pues en tal caso podrá manejar fácilmente la teoría y la práctica, en la dilucidación de las leyes naturales y su aplicación al arte.

El colorido local

872. La primera manifestación del colorido en la Naturaleza está ligada ya a la perspectiva; pues la perspectiva aérea se basa en la teoría de los medios turbios. El cielo, los objetos distantes y aun las sombras próximas aparecen de color azul. Al mismo tiempo, lo luminoso y lo iluminado se presentan en una gama de colores que va del amarillo hasta el color púrpura. En algunos casos interviene inmediatamente el factor fisiológico del fenómeno cromático y el paisaje completamente incoloro aparece coloreado a raíz de este juego de determinantes.

El colorido de los objetos

873. Los colores locales son los colores elementales generales, pero especificados en función de las propiedades de los cuerpos y sus superficies en que los percibimos. Esta especificación no conoce límites.

874. Entre seda coloreada y lana coloreada hay una gran diferencia; cada modalidad de preparación y trama determina modificaciones. También intervienen los factores aspereza, lisura y brillo.

875. De ahí que es un prejuicio muy perjudicial para el arte el de que el buen pintor no debe tener en cuenta el género del ropaje, sino pintar algo así como pliegues abstractos. ¿No se ponen así trabas a la variación característica? ¿Se resiente acaso la cualidad del retrato de León X de la circunstancia de que en dicho cuadro están reproducidos, uno al lado del otro, el terciopelo, el raso y el esparragón?

876. En los productos de la Naturaleza los colores aparecen más o menos modificados, especificados y aun individualizados, como lo comprobamos fácilmente en las piedras y las plantas, las plumas de las aves y los pelos de los animales.

877. El arte principal del pintor consiste siempre en reproducir la presencia de la materia determinada y destruir lo general y elemental del fenómeno cromático. En este respecto, la superficie del cuerpo humano suscita la dificultad más grave.

878. En un plano general, la carne pertenece al lado activo; mas también interviene el tinte azulado del lado pasivo. El color se halla alejado de su estado elemental y neutralizado por organización.

879. En base a lo que hemos expuesto acerca de la teoría de los colores, establecer una armonía entre el colorido local y el de los objetos será para el artista sagaz una tarea más fácil que hasta ahora, y estará en condiciones de representar fenómenos infinitamente hermosos, variados a la vez que verdaderos.

El colorido característico

880. La combinación de objetos coloreados y la coloración del espacio en que están contenidos deben llevarse a cabo de acuerdo con los fines que persigue el artista. Para ello hace falta, ante todo, conocer el efecto que los distintos colores producen aislada y conjuntamente sobre el sentido de la vista. El pintor debe, pues, compenetrarse del dualismo general y de los contrastes en particular; en fin, de todo cuanto hemos expuesto acerca de las propiedades de los colores.

881. Lo característico puede clasificarse en tres categorías principales que por lo pronto denominamos potencia, suavidad y brillo.

882. La primera radica en la preponderancia del lado activo; la segunda, en la primacía del lado pasivo, y la tercera, en la totalidad y la representación equilibrada de todo el círculo cromático.

883. Se logra el efecto por el amarillo, el rojo amarillento y el color púrpura, el cual ha de ser mantenido en el lado del más. Debe aplicarse poco violeta y azul y menos verde. El efecto suave se basa en el azul, el violeta y el color púrpura, el que debe ser llevado al lado del menos. Aquí ha de aplicarse poco amarillo y rojo amarillento; en cambio puede ponerse mucho verde.

884. De modo que para lograr plenamente uno y otro efecto, cabe descartar, salvo un mínimo, los colores complementarios, aplicándolos sólo en la medida en que parezcan ser indispensables para sugerir la totalidad.

El colorido armónico

885. Si bien las dos determinaciones características, de acuerdo con lo que antecede, son en cierto modo armónicas, el efecto de armonía propiamente dicho presupone que todos los colores se apliquen uno al lado de otro en equilibrio.

886. Puede lograrse así tanto el brillo como el aspecto grato; claro que una y otra cualidad tendrán siempre algo de general y, en este sentido, carecerán de "carácter".

887. Tal es la causa de que el colorido de la mayoría de los pintores modernos carece de "carácter"; pues siguen únicamente su instinto, el que sólo puede conducirlos, en definitiva, a la totalidad, que alcanzan en mayor o en menor grado, pero al precio del "carácter" que podría tener el cuadro.

888. En cambio, quien tenga presente esos principios se percata de que para cada objeto puede seleccionarse una tonalidad específica. Es verdad que la aplicación requiere modificaciones infinitas, que sólo logra el genio compenetrado de dichos principios.

El tono verdadero

889. Si ha de tomarse prestado también de la música en adelante el término tono para aplicarlo al colorido, podrá hacerse en un sentido más correcto que hasta ahora.

890. Cabe comparar, no sin razón, un cuadro de poderoso efecto con una pieza de música en modo mayor y un cuadro de efecto suave con una partitura en modo menor, como también podría recurrirse a comparaciones respecto a la modificación de estos dos efectos principales.

El tono falso

891. Lo que hasta ahora se ha dado en llamar tono era un velo de un solo color corrido sobre toda la composición. Se elegía en general el amarillo, en el deseo instintivo de llevar la composición al lado potente.

892. Si se mira un cuadro a través de un vidrio amarillo aparece coloreado de dicho tono. Vale la pena verificar y repetir esta observación, para formarse una idea exacta de lo que ocurre realmente en esta operación. Se trata de una suerte de iluminación nocturna, una intensificación del lado del más, sí, pero acompañada con un oscurecimiento del mismo, y un ensuciamiento del lado del menos.

893. Este tono falso ha sido producido instintivamente por falta de seguridad respecto a lo que había que hacer, de suerte que en vez de la totalidad se labraba una uniformidad.

El colorido débil

894. Esta falta de seguridad es la causa de que se han quebrado los colores de las pinturas hasta el punto que el gris es el tono subyacente a la composición y se trata el color con la máxima discreción posible.

895. En tales cuadros los contrastes armónicos aparecen muchas veces bien logrados, pero aplicados con timidez, por temor a lo abigarrado.

Lo abigarrado

896. Puede fácilmente volverse abigarrado el cuadro en que se pretenda aplicar los colores sólo empíricamente, en base a impresiones fluctuantes, uno al lado de otro con su máxima potencia.

897. Si se combinan colores apagados, aunque sean de esos que no impresionan gratamente, no resulta un efecto chocante; el artista transmite su falta de seguridad al espectador, quien por su parte no sabe elogiar ni censurar.

898. No debe pasarse por alto el hecho importante de que por más que los colores se hallen combinados entre sí en forma adecuada en el cuadro, éste se vuelve necesariamente abigarrado si los colores se aplican mal en relación a la luz y la sombra.

899. Este caso puede presentarse tanto más fácilmente cuanto que la luz y la sombra ya están dadas por el dibujo y como implicadas en él, en tanto que el color permanece aún sujeto al albedrío y a la arbitrariedad.

Miedo a la teoría

900. Los pintores han evidenciado hasta ahora un miedo y hasta una franca aversión a todas las consideraciones teóricas acerca del color y de todo cuanto se relaciona con él, actitud ésta que ciertamente era comprensible, pues lo que hasta ahora se llamaba la teoría carecía de base, era fluctuante y gravitaba hacia la empiria. Deseamos que nuestros esfuerzos logren desvanecer hasta cierto punto este miedo y estimular a los artistas a verificar y ampliar en la práctica los principios consignados.

Objetivo último

901. Pues no se logra el objetivo último si no se abarca el todo de una sola mirada. Debe compenetrarse el artista de todo cuanto hemos expuesto hasta aquí. Únicamente si la luz y la sombra, la perspectiva y el colorido verdadero y característico se combinan armoniosamente, el cuadro cabe ser calificado de perfecto desde el punto de vista desde el cual aquí lo enfocamos.

Los fondos

902. Los artistas de antaño solían pintar sobre fondo claro. Consistía éste en blanco de tiza y era extendido en una capa gruesa sobre tela de lino, o madera, y pulido. A continuación se dibujaban los contornos y se los repasaba con un color negruzco o pardusco. Han llegado hasta nosotros composiciones preparadas en esta forma para la coloración, de Leonardo da Vinci, Fra Bartolommeo, así como varias de Guido.

903. Cuando se procedía a la coloración y se quería representar ropaje blanco, se dejaba a veces intacto este fondo. El Tiziano empleó este método en

sus años tardíos, cuando tenía la gran rutina y sabía hacer grandes cosas mediante un esfuerzo limitado. El fondo blancuzco era tratado como media tinta y se le aplicaban las sombras y los realces.

904. En la coloración, siempre obraba la imagen subyacente. Se pintaba por ejemplo un ropaje con un color transparente y el blanco traslucía confiriendo vida al color, en tanto la parte sombreada mostraba apagados los colores, pero sin que éstos estuviesen mezclados ni ensuciados.

905. Este método comportaba muchas ventajas. En los lugares claros de la composición se tenía un fondo claro y en los sombreados uno oscuro. Toda la composición estaba preparada; podíase pintar con colores delicados y se tenía segurada la consonancia de la luz con los colores. En nuestros días, la pintura a la acuarela se basa en estos principios.

906. Por lo demás, en la pintura al óleo se hace hoy día un uso general de un fondo claro, porque las medias tintas son más o menos transparentes y en consecuencia un fondo claro les confiere vida, en tanto las sombras no se oscurecen tan fácilmente.

907. Durante un tiempo se pintó también sobre fondos oscuros. Probablemente los introdujo Tintoretto. Ignórase si Giorgione los empleó. Los mejores cuadros del Tiziano no están pintados sobre fondo oscuro.

908. Tal fondo era de color castaño rojizo y una vez dibujada sobre él la composición, se aplicaban las sombras más espesas; los colores de la luz se extendían en las partes iluminadas y se los matizaba hacia la sombra, así que el fondo oscuro traslucía como media tinta a través del color diluido. Se lograba el efecto repasando repetidas veces las partes claras y aplicando los realces.

909. Si bien esta técnica se recomienda particularmente por la rapidez con que permite ejecutar el trabajo, acarrea consecuencias fatales. El fondo enérgico se refuerza y se oscurece; conforme los colores claros pierden en claridad, la parte sombreada tiene una preponderancia cada vez más acentuada. Las medias tintas se oscurecen y la sombra termina por volverse completamente oscura. Sólo los realces enérgicamente aplicados conservan su claridad y no se perciben en el cuadro más que manchas claras, según prueban abundantemente las pinturas de la escuela boloñesa y las de Caravaggio.

910. Conviene hablar, por último, de los colores transparentes. Se los aplica considerando un color ya extendido como fondo claro. En esta forma es posible

mezclar un color para la vista, reforzarlo, darle tono. Por cierto que así se lo vuelve cada vez más oscuro.

Los pigmentos

911. Recibimos los pigmentos del químico y el naturalista. Se ha escrito sobre ellos y los respectivos trabajos han sido divulgados por medio de la estampa; sin embargo, este capítulo merece ser rehecho de vez en cuando. Entretanto, el maestro comunica al discípulo su saber al respecto y los artistas se lo transmiten unos a otros.

912. Se seleccionan primordialmente los pigmentos más perdurables por naturaleza; mas también la técnica influye grandemente sobre la perdurabilidad de la pintura. Por ello conviene usar el menor número posible de cuerpos colorantes y emplear el método más sencillo de la coloración.

913. Pues la multitud de pigmentos ha redundado en detrimento del colorido. Cada pigmento produce un efecto específico sobre la retina y por otra parte requiere un tratamiento específico; aquella circunstancia es la causa de que es más difícil lograr la armonía por medio de muchos pigmentos que mediante pocos y ésta implica la posibilidad de que entre los cuerpos colorantes se desarrollen acciones y contraacciones químicas.

914. Consideremos, por último, algunas actitudes equivocadas a que se dejan arrastrar los artistas. Los pintores andan siempre en pos de nuevos cuerpos colorantes y creen que el descubrimiento de tal cuerpo marca un progreso en el arte. También se afanan de conocer los antiguos procedimientos mecánicos perdiendo su tiempo. Otros se esfuerzan por inventar nuevas técnicas, lo cual tampoco rinde resultados positivos. Pues es, en definitiva, tan sólo el espíritu el que da vida a todas las técnicas.

Uso alegórico, simbólico y místico del color

915. Hemos expuesto más arriba detenidamente que cada color produce un efecto específico sobre el hombre y así revela su presencia tanto a la retina como al alma. De lo cual se infiere que el color puede ser usado para determinados fines sensibles, morales y estéticos.

916. Cabe denominar simbólico tal uso adecuado a la Naturaleza, por cuanto se emplea el color en consonancia con su efecto y la verdadera relación expresa

de por sí la significación. Por ejemplo, si se señala el color púrpura como el de la majestad, nadie duda que se ha encontrado la expresión adecuada. Todo esto ya ha sido puntualizado más arriba.

917. Afín a este uso es otro que pudiera llamarse alegórico. Éste entraña cierta dosis de azar y arbitrariedad, más aún, de convencionalismo, por cuanto tenemos que enterarnos del sentido del signo antes de saber qué ha de significar. Así ocurre, por ejemplo, con el color verde, que ha sido asignado a la esperanza.

918. Se comprende que el color es también susceptible de interpretación mística. Pues como el esquema en que puede representarse la diversidad cromática sugiere circunstancias primarias tanto a la menta humana como a la Naturaleza, no cabe dudar de que pueden usarse sus relaciones a modo de lenguaje también en los casos en que se quiera expresar circunstancias primarias que no se destacan en la mente con idéntico poder y diversidad. El matemático aprecia el valor y utilidad del triángulo y el místico le rinde culto; muchas cosas pueden ser esquematizadas en el triángulo, entre ellas también el fenómeno cromático, en forma que por duplicación y enlace se obtiene el antiguo y misterioso hexágono.

919. Cuando se capte cabalmente la marcha divergente del amarillo y el azul y, particularmente, la exaltación hasta el rojo, que significa que dos opuestos se aproximan el uno al otro y terminan por fundirse en una nueva entidad, seguramente se desarrollará un concepto místico peculiar de que cabe atribuir a estas dos entidades separadas y opuestas un significado espiritual, y al verlos producir abajo el verde y arriba el rojo no podrá resistirse al impulso de evocar los engendros terrenales y celestiales, respectivamente, de los elohim.

920. Mas no nos expongamos, a la postre, al riesgo de ser tildados de místicos, máxime como, si nuestra teoría de los colores halla una acogida favorable, no faltarán las aplicaciones e interpretaciones alegóricas, simbólicas y místicas, según cuadra al espíritu de nuestra época.

LOS COLORES ENTÓPTICOS

Las dobles imágenes del espato cálcico de Islandia

COMO los colores entópticos han sido descubiertos en ocasión del estudio de los fenómenos ópticos singulares relacionados con el espato de Islandia, conviene hablar ante todo de dichos fenómenos y los limbos coloreados a que dan origen.

Las dobles imágenes del conocido espato de Islandia transparente llaman la atención particularmente por la circunstancia de que pudiera calificárselas de semiimágenes y de sombras y se parecen en un todo a aquellas que son reflejadas por dos superficies de cuerpos transparentes. Se llamarían semiimágenes, porque expresan el objeto tan sólo a medias en cuanto a la energía de su presencia, y sombras, porque dejan traslucir el fondo, el objeto situado detrás.

De estas propiedades se infiere que toda imagen duplicada por el espato de Islandia participa del fondo al que se superpone aparentemente. Una pequeña imagen blanca sobre fondo negro aparecerá como una doble imagen de color gris y una pequeña imagen negra sobre fondo blanco asimismo como una doble imagen gris; únicamente allí donde se superponen las dos imágenes se observa la imagen plena, el objeto verdadero, impenetrable al ojo, de cualquier índole que sea.

Para variar los experimentos, practíquense una pequeña abertura cuadrada en un papel blanco y otra en un papel negro y colóquense dichas aberturas sucesivamente sobre los más diversos fondos; mirada a través del espato de Islandia, la pequeña imagen aparecerá duplicada, débil y espectral, cualquiera que sea su color, y únicamente allí donde se superponen las dos pequeñas imágenes se verá el color pleno del fondo.

De lo que antecede se desprende que no puede decirse que el blanco se compone de un doble gris, sino que el blanco objetivo y puro de la pequeña imagen se manifiesta allí donde se superponen las dos imágenes. Las dos imágenes

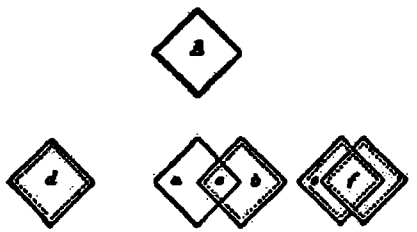
de color gris no provienen de la descomposición del blanco, sino que son como sombras del blanco a través de las cuales trasluce el fondo negro haciéndolas aparecer de color gris. Esto se aplica a todas las imágenes sobre fondo blanco, negro y coloreado.

En este último caso, la mezcla se pone claramente de manifiesto en las sombras. Si se refracta una pequeña imagen amarilla sobre fondo azul, las sombras toman una coloración verdosa; el violeta y el anaranjado producen una imagen de color púrpura, el azul y el púrpura un hermoso violeta, etcétera. Aquí también rigen las leyes de la mezcla, como en el disco cromático y en todas las circunstancias; ¿y hay, acaso, quien pretenda que el amarillo se compone de doble verde y el color púrpura de doble anaranjado? Sin embargo, ya en tiempos pasados se han vertido semejantes despropósitos.

Para demostrar aún más claramente lo erróneo de tal concepto, mírese por ejemplo acero pulido a través del espato de Islandia; el fenómeno es el mismo que en los demás casos y debiera decirse, pues, que el acero pulido se compone de doble acero oxidado. Pasemos ahora a estudiar los bordes coloreados de dichas dobles imágenes.

Si se coloca el espato de Islandia sobre el cuadrado A de la figura núm. 1, éste aparece levantado hacia el observador tal como está dibujado sobre el papel. La imagen clara A se halla desdoblada en dos sombras *a* y *b*; sólo el área *c*, donde éstas se superponen, aparece blanca como la imagen básica A. La sombra *a* no exhibe bordes coloreados, pero sí la sombra *b*, según lo ilustra la figura.

FIG. 1



Aparición del espato doble.

Explícase este fenómeno como sigue: Si se coloca un cubo de vidrio sobre la imagen básica A y se la mira perpendicularmente, ella aparece levantada en un tercio del espesor del cubo, aproximadamente, según las leyes de la refracción y la elevación. Sin embargo, la imagen refractada y levantada no exhibe bordes, porque no está agrandada ni disminuida, ni tampoco desplazada hacia un lado (196). Tal es el caso de la imagen *a* del espato de Islandia; ésta se halla levantada, pura, hacia el observador y aparece en el lugar de la imagen básica. La sombra *b*, en

cambio, se halla desplazada hacia un lado, aquí hacia la derecha, según lo demuestran los bordes, pues la superposición de lo claro a lo oscuro origina bordes azules y la de lo oscuro a lo claro, bordes amarillos.

El que ambas sombras son susceptibles de mostrar bordes coloreados, siempre que se las separe suficientemente, queda probado por el muy interesante prisma de espato de Islandia de Seebeck, el cual permite separar por completo imágenes de regular tamaño. Ambas aparecen coloreadas; en aquélla que se desplaza con mayor rapidez que la otra los bordes son más vivos y, conforme se aleja el observador, cada vez más anchos. Resumiendo, puede decirse que los fenómenos de la doble refracción se rigen por las mismas leyes que los de la refracción simple. Vano será pretender descubrir aquí propiedades particulares de la luz.

Toda vez que la refracción y la reflexión pueden ser consideradas mecánicamente, cabe tratar también el fenómeno del espato de Islandia de un modo mecánico, ya que se origina en una refracción combinada con reflexión.

Si con el espato de Islandia inmediatamente delante de los ojos el observador se aparta de la imagen, ve la doble imagen más o menos tal como la ha visto cuando el espato de Islandia estaba colocado sobre ella, sólo que los bordes coloreados aparecen menos nítidos. Conforme el observador se aparta aún más, detrás de esa doble imagen aparece otra, pero únicamente si se mira a través de determinados sitios del espato de Islandia.

Poseo un trozo de este material que tiene cualidades sobresalientes. Si se posa los ojos sobre él y acto seguido se retrocede de la imagen básica, se presentan al instante, como lo ilustra la figura núm. 1, a la derecha y a la izquierda sendas imágenes laterales que, según la dirección de la visual respecto al romboedro transparente, aparecen otra simples, como en *d*, ora dobles, como en *e* y *f*. Son aún más espectrales y grises que las imágenes *a* y *b*, mas dado que el gris siempre es claro respecto al negro, aparecen coloreadas de acuerdo con la ley de la superposición de una imagen clara a otra oscura, la de la derecha (respecto al observador) según el principio de *b* y la de la izquierda a la inversa.

Alejándose cada vez más de la imagen básica, el observador puede separar ampliamente entre sí las dos imágenes laterales. Si de noche miro una vela ardiendo a través del citado espato de Islandia, ella aparece doble, pero sólo levemente coloreada. Las dos imágenes laterales también se presentan al instante y he logrado separarlas entre sí hasta cinco pies, una y otra vivamente coloreadas de acuerdo con el mismo principio que rige para *d* y *e, f*.

Que estas imágenes laterales no derivan de una reflexión desviada de la primera doble imagen originada por el espato de Islandia, sino de una reflexión directa de la imagen básica en las laminillas (probablemente diagonales) del espato de Islandia, se desprende de lo siguiente.

Si se establece una suficiente separación aparente entre la imagen principal y las dos imágenes laterales y a continuación se introduce un pedacito de cartón haciéndolo pasar suavemente sobre la superficie inferior, desaparece primero una de las dos imágenes laterales, después la imagen intermedia y finalmente la segun-

da imagen lateral, lo cual parece indicar que las dos imágenes laterales se originan directamente de la imagen básica.

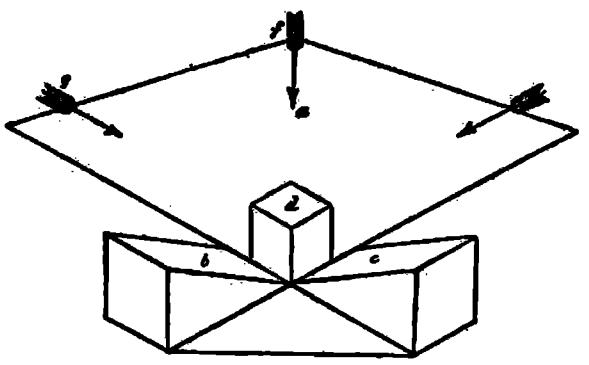
¿Se han observado ya estas imágenes laterales? De los espatos de Islandia que poseo las produce uno solo. No recuerdo su proveniencia. Este ejemplar tiene un aspecto mucho más fino y delicado que los demás. Los delicados colores epópticos se corren cual un hálito por toda la masa dando fe de la más fina separación de las laminillas. Mediante un prisma así podría producirse el más admirable espejismo.

Para llevar a cabo experimentos objetivos no estaba a mi disposición el sol necesario.

Weimar, el 12 de enero de 1813.

Los elementos de los colores entópticos

FIG. 2



Elementos entópticos.

UNA superficie *a*; dos espejos *b* y *c*, con el dorso ennegrecido, inclinados aproximadamente 45 grados con respecto a la superficie; un cubo de vidrio *d* adecuado para representar los colores entópticos. A falta de cubo, varias placas de vidrio superpuestas unas a otras y unidas por una cápsula.

Experimentos sin el cubo

Si se coloca el aparato en forma que la luz cae sobre la superficie en la dirección de la flecha *f*, el reflejo de la superficie será igualmente claro en uno y

otro espejo. Si se cambia luego la posición del aparato, en forma que la luz incida en la dirección de la flecha *e*, el reflejo de la superficie es mucho más claro en el espejo *c* que en el espejo *b*. El caso se da al revés si la luz incide en la dirección de la flecha *g*.

Experimentos con el cubo

Si entonces se coloca el cubo tal como muestra la figura, aparecen en el primer caso imágenes entópticas rigurosamente uniformes; esto es, las cruces blancas, en cambio en los otros dos casos las imágenes opuestas, o sea la cruz blanca siempre en el espejo orientado hacia la luz incidente, que recoge el reflejo inmediato de la luz principal, directa, y la cruz negra en el otro espejo, toda vez que éste recibe tan sólo una claridad lateral, una reflejo oblicuo y más débil.

Cada cual puede desarrollar de estos elementos puros todos los fenómenos relativos a los colores entópticos; no obstante, consignamos a continuación algunos detalles para facilitar este cometido. Partimos del supuesto de que las observaciones se verifiquen junto a una ventana abierta, en una habitación por lo demás no alumbrada.

Asegúrese el observador ante todo de que obra únicamente la luz reflejada en la superficie, protegiendo los espejos y la cara superior del cubo contra toda luz de otra procedencia.

Cámbiese a voluntad la superficie *a* y elíjase primero una luz azogada; salta entonces a la vista un hecho archisabido y universalmente reconocido, o sea que en la reflexión la acción de la luz sólo es relativamente más intensa si se propaga siempre en el mismo plano y, aunque sufra repetidas reflexiones, siempre en la dirección primitiva, pasando, así, del cielo a la superficie, y de ésta al espejo y, por último, a la retina. En dicho caso la luz lateral es nula, a causa de la superficie lisa; no percibimos más que una oscuridad.

Si se emplea un papel negro alisado, la luz directa, comunicada al espejo por la superficie brillante, lo ilumina. La superficie lateral, en cambio, no puede determinar más que oscuridad.

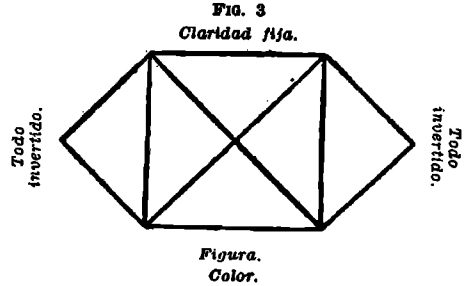
Si se recurre a papel blanco como la nieve, grisáceo y azulado y se procede a comparar los dos reflejos de los espejos, se comprobará que en el uno la superficie *a* aparece más oscura que en el otro.

Si se coloca entonces el cubo en su lugar, el reflejo claro produce la figura clara y el oscuro, la más oscura. Se desprende de ello que el fenómeno requiere una luz atenuada, más exactamente una atenuada más o menos en cierto contraste, para originar la doble imagen. Aquí la reflexión determina la atenuación.

Pasamos ahora a considerar el aparato que nos permite producir en todo momento con gran nitidez el fenómeno invertido, aunque se disponga tan sólo de

un mínimo de luz diurna. Recójase en un espejo inferior directamente la luz diurna y compárese esta luz reflejada con el cielo gris; ella aparecerá más oscura que éste. Si se dispone entonces el espejo superior en posicion paralela al inferior, la luz diurna aparece en él aún más atenuada. En cambio si se dispone el espejo superior perpendicularmente al inferior, esta reflexión, con ser también la segunda, aparece mucho más débil que en el caso anterior y se echa de ver un oscurecimiento notable; pues el espejo hace incidir la luz oblicuamente y ésta no tiene más energía que en aquellos experimentos básicos en que caía lateralmente. De ahí que un cubo interpuesto entre los dos espejos nos muestra la cruz negra. Si se vuelve a disponer el espejo superior en posición paralela, aparece la cruz blanca.

FIG. 3



Si de noche se coloca una vela ardiendo en forma que la imagen de la llama es reflejada por el espejo inferior hacia el superior, dispuesto paralelo a aquél, se ve la llama reflejada derecha y muy poco oscurecida. Si se inclina el espejo superior, la llama aparece horizontal y, según se desprende de lo que antecede, más oscurecida; a una inclinación de 180 grados ella se invierte y se aclara, y al restablecerse la posición paralela del espejo superior ella vuelve a aparecer derecha y oscurecida. No desaparece nunca, como el observador puede comprobar en forma que no deja lugar a dudas utilizando como espejo inferior una luna azogada.

Ha sido difícil reducir estos fenómenos a sus elementos, porque en la práctica se dan circunstancias que hacen que dichos fenómenos delicados se manifiesten fluctuantes y borrosos. Para explicarlos por la ley fundamental que nos está revelada, llévense a cabo, en un día claro y radiante, los siguientes experimentos:

Junto a una ventana no iluminada por el sol colóquese el espejo ennegrecido en posición horizontal y el cubo en forma que una cara del mismo esté inclinada aproximadamente 90 grados con respecto al plano del espejo y la cara externa orientada hacia el diáfano cielo azul. En seguida aparecerá la cruz blanca o negra circuida de colores.

Si se continúan las observaciones durante varias horas, sin que cambie la disposición de tan sencillo aparato, se advierte que conforme el sol recorre la bóveda celeste, sin iluminar ni el cubo ni el espejo, la cruz empieza a oscilar, se modifica y termina por trocarse en la opuesta, con los colores invertidos. Este enigma sólo puede ser descifrado al aire libre, con un cielo muy límpido.

Si al salir el sol se orienta el aparato hacia el oeste, aparece una hermosísima cruz blanca, la que cede el lugar a una cruz negra no menos perfecta al ser dirigido el cubo hacia el sur y el norte. En esta forma las cruces alternan durante todo el día según la posición del sol; el punto cardinal al astro siempre origina la cruz blanca, porque refleja la luz directa, en tanto que los puntos cardinales laterales producen la cruz negra, toda vez que reflejan la luz oblicua. Entre los cuatro puntos cardinales el fenómeno es fluctuante por representar una etapa de transición.

Conforme sube el sol, más problemática se vuelve la cruz negra, pues cuando el sol está alto el cielo lateral refleja, casi, una luz directa. Si el sol estuviese en el cenit, en el diáfano éter azul, debiera aparecer por todos los lados la cruz blanca, pues la bóveda celeste reflejaría desde todas las direcciones luz directa.

Empero, nuestra atmósfera generalmente cargada de vahos rara vez favorece el experimento principal decisivo. Con tanto mayor empeño el amigo de la Naturaleza ha de aprovechar los momentos propicios y formarse una idea cabal de las contingencias adversas.

Los adeptos de nuestra teoría de los colores no pueden dejar de darse cuenta de cómo interpretamos estos fenómenos, de quedar demostrados, en favor de ella; gustosamente nos enteramos de las ventajas que puedan reportar a la física en general.

Expresamos desde ya nuestro agradecimiento al señor consejero secreto Voigt, quien ha sostenido con nosotros conversaciones instructivas, nos ha mostrado experimentos e indicado el aparato facilitado así nuestro cometido.

Jena, el 8 de junio de 1817.

Colores entópticos

Una alocución

COMO no pocas veces en mi vida, he recibido estímulo y tropezado con circunstancias adversas en este cometido. Ahora, al cabo de dos años, llego el mismo día al mismo lugar, donde con un cielo igualmente diáfano puedo repetir los experimentos decisivos. Ojalá logre hacer una exposición adecuada; ciertamente me siento bien preparado para ella. No he estado entretanto con los brazos cruzados, sino que he experimentado infatigablemente investigando una tras otra las condiciones en que el fenómeno es susceptible de manifestarse.

He de reconocer, agradecido, el apoyo que hasta ahora me han prestado ilustres amigos cientistas. He contado con la colaboración gentil de los señores Döbereiner, Hegel, Körner, Lenz, Roux, Schultz, Seebeck, Schweigger y Voigt, que me han estimulado sobremanera por su aprobación minuciosamente fundamentada, sus advertencias, el aporte de su propia experiencia, la comunicación de cuerpos naturales y preparación de cuerpos artificiales, perfeccionamiento y enriquecimiento del aparato y reproducción exacta de los fenómenos en su exaltación y gradual variación. Por mi parte, me he aplicado a repetir, simplificar, variar, comparar, clasificar y relacionar diligentemente los experimentos. Y ahora paso a la exposición misma, que puede hacerse de distintas maneras eligiendo yo aquí la que se me antoja; en un día anterior o posterior ella habría resultado de otro modo.

Claro que en rigor debiera hacerse oralmente, en combinación con todos los experimentos correspondientes; pues la palabra y el signo no son nada en comparación con la observación directa y palpitante. ¡Ojalá el aparato destinado a representar tan importantes fenómenos se perfeccione día tras día gracias a la actividad de hábiles mecánicos!

Por lo demás, espero que sea conocido mi concepto de los colores en general y de los físicos en particular; pues escribo el presente trabajo como exposición

estrechamente ligada a mi teoría de los colores que debe intercalarse al final de la segunda parte, a continuación del párrafo núm. 485.

Jena, el 20 de julio de 1820.

I. *Su nombre*

Al ser descubiertos los colores entópticos, se los ha denominado así en analogía con los demás colores físicos más o menos conocidos, tal como los hemos consignado minuciosamente en el esbozo de una cromatología general. Allí señalamos los colores dióptricos sin refracción, que se originan en la turbiedad pura; los dióptricos con refracción, esto es, los prismáticos, donde además de la refracción se requiere la delimitación de una imagen; los catóptricos, que aparecen en la superficie de los cuerpos a raíz de la reflexión; los parópticos, que se asocian con las sombras de los cuerpos, y los epópticos, que bajo diversas condiciones se presentan, ya fugazmente o en forma perdurable en la superficie de los cuerpos. Los entópticos han sido llamados así porque aparecen dentro de determinados cuerpos. Han ampliado del modo más conveniente nuestro círculo, dado y recibido explicación y significado dentro de la magnífica esfera.

II. *Su descubrimiento*

Tomando como punto de partida los descubrimientos y esfuerzos que los físicos franceses Malus, Biot y Arago realizaron en 1809 referente a la reflexión y la birrefringencia, Seebeck llevó a cabo, en 1812, experimentos minuciosos y progresivos. Ya aquellos observadores habían comprobado en los suyos, que se relacionaban primordialmente con la representación y anulación de las dobles imágenes del espato de Islandia, algunos fenómenos cromáticos. También Seebeck los había notado, pero como empleaba un aparato inconveniente, con abertura pequeña, percibía las distintas partes de las figuras sin abarcarlas en su conjunto. Se libró finalmente de tales trabas y encontró que entre los vidrios unos originaban los colores y otros no, descubriendo que la elevación a la temperatura del rojo, seguida de un rápido enfriamiento comunicaba esta propiedad a los vidrios.

El habérsele acordado la mitad del premio francés prueba el reconocimiento imparcial de parte de una nación extraña y aun hostil. La otra mitad fue adjudicada al inglés Brewster, quien se había ocupado del mismo problema señalando no pocas condiciones en que se manifiestan esos fenómenos.

III. *Cómo se comunican al vidrio las propiedades entópticas*

Reducido a su esquema más simple, el experimento consiste en lo siguiente: Se corta una placa de vidrio de espejo de regular espesor en varios cuadrados de

una pulgada y media de lado, que son elevados a la temperatura del rojo y a continuación enfriados rápidamente. El vidrio que resista este tratamiento es apto para producir los colores entópticos.

IV. *La premisa exterior*

Todo depende de que el cuerpo apto para originar los colores entópticos sea llevado al aire libre. Requiérese un ambiente límpido y radiante.

V. *El experimento más sencillo*

Colóquense las placas preparadas sobre un fondo negro, en forma que dos caras de las mismas queden paralelas al observador y dispóngalas éste así, con cielo completamente despejado y sol bajo, del lado opuesto al astro mirándolas en forma que desde su fondo se refleje hacia él la atmósfera; percibirá en los cuatro ángulos de un fondo claro cuatro puntos oscuros. Si el observador se vuelve entonces hacia los lados que forman con el anterior un ángulo de 90 grados, verá cuatro puntos claros sobre fondo oscuro. Ambos fenómenos se presentan en el fondo de la placa de vidrio. Si se mueven los citados cuadrados entre esas posiciones definidas, las figuras empiezan a oscilar.

La razón de que se requiera un fondo negro es que debe evitarse que el fenómeno sea perturbado por un color local del fondo, cuando no anulado por una claridad excesiva. Por lo demás, el fondo no importa, toda vez que el observador debe dirigir su visual en forma que la atmósfera le sea reflejada perfectamente desde el fondo de la placa.

VI. *Otro experimento más sencillo*

De esta reflexión interior simple pasamos a otra exterior que, si bien harto simple, muestra el fenómeno en una forma mucho más clara y definida. Si a la salida o puesta del sol se coloca o se suspende con leve inclinación un cubo macizo de vidrio, que puede sustituirse también por un cubo compuesto de varias placas de vidrio, sobre un espejo de superficie negra y se hace caer el reflejo atmosférico a través del cubo sobre el espejo, se presenta el mencionado fenómeno, sólo que mucho más vivamente. El reflejo del lado opuesto al sol da los cuatro puntos oscuros sobre fondo claro, las dos regiones laterales, a la inversa, cuatro puntos claros sobre fondo oscuro, y en este experimento se percibe entre los

puntos angulares ya una cruz blanca o una negra, término con que en lo sucesivo designaremos el fenómeno. Antes de salir el sol o una vez puesto el astro, entre dos luces, la cruz blanca aparece también del lado del sol.

Decimos, pues, que el reflejo directo del sol, que vuelve hacia nosotros desde la atmósfera, origina una imagen clara que denominamos cruz blanca, en tanto que el reflejo lateral produce una imagen oscurecida, la llamada cruz negra. Si se da la vuelta por toda la bóveda celeste, se comprueba que en los bisectores sobreviene una fluctuación: vemos un fenómeno borroso que a la mirada atenta se revela como una figura regular. Es de notar que cabe llamar imagen clara a aquella que exhibe trazas de color sobre fondo blanco e imagen oscura a aquella donde con el fondo oscuro se combinan trazas de color más claras.

VII. *El porqué del espejo ennegrecido*

En los experimentos físicos conviene indicar, junto con cada condición, la finalidad que le corresponde, pues de lo contrario la representación degenera fácilmente en prestidigitación. El fenómeno que nos ocupa tiene algo de sombra y la claridad excesiva lo ahuyenta y le pone trabas; de ahí que para los primeros experimentos conviene utilizar espejos oscurecidos para hacer resaltar en lo posible el fenómeno. Más adelante consideraremos también los espejos cualos y cubiertos de paño.

VIII. *Polaridad*

Si atribuimos polaridad a los fenómenos entópticos, lo hacemos en el mismo sentido en que hemos tratado de explicar todo desarrollo cromático en la teoría de los colores. La luz y la tiniebla constituyen un contraste primario y perenne; sólo la materia que se sitúa dentro de ellas y entre ellas tiene, si es opaca, un lado iluminado y otro oscuro, y a débil contraluz se origina recién la sombra. Si la materia es traslúcida, se desarrolla en ella, en el claroscuro, la turbiedad, respecto a la retina, lo que damos en llamar el color.

Éste, como la claridad y la oscuridad, se manifiesta en contrastes polares. Éstos pueden ser anulados, neutralizados, indiferenciados, así que parecen desaparecer los dos colores opuestos; mas también son susceptibles de inversión, y ésta es en toda polaridad un proceso en extremo delicado. La más mínima condición puede transformar el más en menos y el menos en más. Lo mismo se aplica, pues, también a los fenómenos entópticos; al menor motivo la cruz blanca se torna en la negra y la negra en la blanca trocándose también los colores concomitantes en

los que tienen como complementarios. Puntualizar este hecho es por ahora nuestro cometido. Si se tiene presente en todo momento el concepto fundamental, se comprobará en medio de todo el cambio, inmutable, el fenómeno básico.

IX. *La atmósfera nórdica rara vez es diáfana*

Dado que el fenómeno primario presupone una atmósfera clara y diáfana, es evidente que en nuestras latitudes rara vez puede ser observado en condiciones perfectas. Sólo poco a poco se descubre la condición principal y aun más se tarda en dilucidar las circunstancias accidentales que a su vez condicionan la ley fundamental y dan lugar a no pocas desviaciones susceptibles de inducir a error.

X. *Relación constante con la altura del sol*

El sol, que aquí no entra en consideración ni como cuerpo luminoso ni como imagen, en cuanto ilumina la atmósfera que aun en su estado más puro debe considerarse enturbiada constituye la primera condición fundamental de todos los colores entópticos. El reflejo directo del sol siempre da la cruz blanca, y el lateral, la cruz negra, circunstancia en que nunca se insiste suficiente, toda vez que se relacionan con ella muchos otros factores.

XI. *División del cielo en cuatro partes iguales o desiguales*

De lo que antecede se infiere que sólo en el equinoccio, a la salida y la puesta del sol, el reflejo lateral forma un ángulo de 90 grados con el meridiano. En la época estival, el fenómeno, si bien dentro de él permanece siempre intacto el ángulo de 90 grados, forma con el meridiano y, conforme transcurre el día, consigo mismo cruces de San Andrés que se van corriendo.

XII. *Altura máxima del sol*

El día de San Juan, a mediodía, es el momento de luz más intensa. Al llegar el sol al cenit, aparece una cruz blanca en todo el contorno del horizonte. Decimos, pues, que en tal posición el sol forma en derredor suyo un reflejo directo en la atmósfera. Mas como en todo fenómeno solar debe manifestarse al instante el contraste, se observa en el lugar donde menos se la espera, esto es, cerca del astro, la cruz negra. Y a cierta distancia de él debe formarse un anillo invisible de luz

oblicua, de cuya existencia sólo nos enteramos por la circunstancia de que su reflejo origina en el cubo la cruz negra.

El día que quiera y pueda medirse el diámetro de este anillo se comprobará sin duda que es afín a los llamados halos que circundan el sol y la luna. Hasta nos aventuramos a afirmar que en el día más claro el sol siempre se acompaña con tal halo en potencia, el cual, cuando la atmósfera se condensa en forma de neblina o de nubecillas, aparece completo o parcial, con diámetro variable, incoloro o coloreado y, por último, aun adornado de imágenes del sol, en forma más o menos perfecta.

XIII. *Noche avanzada*

Como nuestros fenómenos entópticos se basan sin excepción en el reflejo del sol que nos trae la atmósfera, era lógico pensar que en las noches más cortas se manifestarían aún a una hora avanzada; y así fue, en efecto; el 18 de julio, a las nueve y media de la noche, pudo verse aún la cruz negra del sexto experimento, en cambio el 23 de agosto ya ni siquiera a las ocho. No alcancé a ver la cruz blanca, que en los casos dudosos siempre es algo más difícil de observar que la negra; amigos de confianza me aseguran, sin embargo, haberla visto a la misma hora.

XIV. *Inversión por medios turbios*

Para las primeras observaciones y experimentos hemos supuesto el cielo más límpido y diáfano, pues cualquier nubosidad era susceptible de perturbar el fenómeno. Con el fin de ver claro también en este respecto, se han observado los más diversos estados atmosféricos lográndose finalmente lo que sigue: Sabida es la tenue y uniforme neblina otoñal que particularmente a la mañana cubre el cielo de finísimo y puro velo y no deja traslucir, o sólo muy atenuada, la luz solar. Con una atmósfera así cargada de vaho tanto el lado del sol como el lado opuesto dan la cruz negra y las regiones laterales, la cruz blanca.

Cierta mañana serena y quieta, en Karlsbad, a comienzos de mayo de 1820, cuando el humo que salía de todas las chimeneas se concentraba suavemente sobre el valle y a modo de neblina cubría el sol, observé que este velo transformaba también del lado del sol la cruz blanca en la negra, en vez de destacarse en el oeste la cruz blanca en máxima pureza.

Un cielo completamente encapotado y lluvioso invirtió el fenómeno como sigue: El lado Este dio la cruz negra, los lados Norte y Sur, la blanca; el lado Oeste, aunque también encapotado, dio normalmente la cruz blanca.

Con gran contento nuestro encontramos un espejo metálico muy viejo y empañado que reflejaba los objetos todavía con suficiente nitidez, bien que muy oscurecidos. Al ser colocado sobre él el cubo y orientado, con cielo muy límpido, hacia los distintos puntos cardinales, el fenómeno se manifestó asimismo invertido: el reflejo directo dio la cruz negra y el lateral la cruz blanca. Para ampliar en lo posible los experimentos, lo repetimos en un día neblinoso; entonces, el lado del sol y su reflejo directo dieron la cruz blanca y las regiones laterales la cruz negra. Atribuimos a estas observaciones una gran importancia.

XV. *Vuelta a los vidrios entópticos*

Luego de haber utilizado los cuerpos entópticos en su estado simple y tratado, ante todo, de descubrir en las alturas y profundidades de la atmósfera el verdadero origen de los fenómenos, como también de estudiar la inversión polar en parte a través de la observación inmediata, en parte por procedimientos artificiales, volvemos sobre dichos cuerpos en que hemos verificado los fenómenos para dilucidar y consignar las múltiples condiciones a que están sujetos estos mediadores.

XVI. *Puntualización del fenómeno entóptico*

Hablando en términos generales, cabe decir que percibimos figuras acompañadas de determinados colores y colores ligados a determinadas figuras; unos y otras en función de la configuración del cuerpo.

Toda forma, regular o accidental, obliga la imagen que aparece a ajustarse a ella; con la imagen se ligan, según determinados principios, colores específicos.

La imagen más simple es la consabida que se origina en una placa de vidrio cuadrada.

En los ángulos del cuadrado aparecen cuatro puntos oscuros, separados entre sí por un espacio blanco en forma de cruz; la imagen invertida muestra puntos claros en los ángulos del cuadrado y un espacio intermedio oscuro.

Este comienzo del fenómeno es tan sólo un asomo; suficientemente distinto, sí, pero susceptible de mayor definición, intensificación, energía y variedad; todo lo cual se consigue superponiendo placas unas a otras.

He aquí un hecho importante: los puntos oscuros y claros deben considerarse como focos que se desarrollan de sí mismos, se amplían y se expanden hacia el centro del cuadrado produciendo primero cruces más definidas, luego cruz tras cruz y, si se aumenta el número de las placas superpuestas, múltiples cruces.

En lo que se refiere a los colores, se desarrollan de acuerdo con la ley universal y eterna, hace mucho conocida, pero aún no generalmente reconocida de los

fenómenos dentro de la turbiedad y junto a ella; las imágenes que aparecen se colorean según los mismos principios. El foco oscuro que se corre hacia el centro y en consecuencia se desplaza sobre fondo claro debe originar el amarillo y allí donde sale del fondo claro y éste se desplaza tras él y se le superpone, el azul. Cuando, en el caso contrario, los puntos claros se corren hacia el interior oscurecido, aparecen, de acuerdo con la ley, hacia adelante el rojo azulado y hacia atrás el amarillo y el rojo amarillento. Este fenómeno cromático se repite en el caso de cada cruz que aparezca, hasta que la mezcla de los bordes da lugar al verde y el color púrpura.

Como la superposición de placas de vidrios da incremento a la intensificación, debiera inferirse que ya el cubo simple produce figuras intensificadas; sin embargo, así ocurre sólo hasta cierto punto. Y aun cuando el que desee demostrar todos los fenómenos no puede pasarse sin un bueno y sólido cubo entóptico, se recomienda al aficionado el uso de un cubo de placas superpuestas, toda vez que es más fácil de adquirir y hace resaltar más los fenómenos que representa. No hablamos aquí de las placas triangulares y redondas; repetimos que el fenómeno cambia a la par de la forma, como el amigo de la Naturaleza puede verificarlo fácilmente por sí mismo.

XVII. *Intensificación ulterior. Dispositivo con dos espejos*

Ahora bien, el procedimiento sencillo arriba indicado no permite apenas representar el fenómeno intensificado y multiplicado que hemos expuesto en los párrafos precedentes; de ahí que es preciso un tercer dispositivo más complicado.

Lo componemos a base de los espejos ennegrecidos paralelos y correlacionados, entre los cuales se coloca el cubo. El espejo inferior es fijo y dispuesto de tal modo que recoge la luz diurna y la dirige hacia el cubo; el superior está suspendido en el aire en forma que puede girar alrededor de un eje perpendicular para reflejar la imagen del cubo iluminado desde abajo hacia la retina del observador. Si su posición es paralela a la del espejo inferior, se percibe la imagen iluminada; si se lo hace girar hacia un lado, muestra la luz oblicuamente y se ve la cruz negra. En las posiciones correspondientes a los bisectores, el fenómeno se presenta fluctuante.

Muchas otras superficies espejeantes que hemos ensayado, cristales de ventana, vidrios coloreados, superficies tersas de toda índole, producen el efecto del espejo inferior; este efecto, por otra parte, no se debilita ni se modifica apenas si hacemos caer la iluminación atmosférica primero sobre una placa de vidrio y desde allí sobre el aparato, simple o compuesto.

El claro de luna más intenso aclara la atmósfera demasiado poco como para que por este lado pueda procurarse la iluminación necesaria; pero si se lo hace

caer sobre una placa de vidrio y desde ella sobre el aparato sí que tiene energía suficiente para producir el fenómeno.

XVIII. *Efecto de los espejos respecto a la claridad y la oscuridad*

Descartemos ahora los cuerpos entópticos para estudiar más detenidamente los espejos y su efecto ya individual o conjunto. Todo amigo del arte y de la Naturaleza que haya mirado paisajes por una lente de vidrio convertida por ennegrecimiento de una de las caras en un espejo convexo de reducción sabe que tanto el cielo como los objetos aparecen mucho más oscuros de lo que son en realidad; de suerte que no le llamará la atención si al quitar de nuestro aparato compuesto el espejo superior y fijar la mirada directamente en el inferior ve el cielo más límpido no intensamente azul, sino oscurecido. Tampoco se sorprenderá de que si vuelve a colocarse el espejo superior en posición paralela al inferior se opere un oscurecimiento ulterior a raíz de la doble refracción que tiene lugar, así que el azul se transforma en un gris ceniciento.

Si el espejo superior es colocado lateralmente, el oscurecimiento se acentúa aún mucho más; el reflejo, que ahora cae oblicuamente, aparece considerablemente más oscuro que el directo. Aquí reside la causa más inmediata del efecto sobre los anteojos entópticos en el sentido de aclarar y oscurecer, respectivamente, la imagen.

XIX. *Efecto de los espejos respecto a las imágenes*

Para enterarse lo más rápidamente posible a este respecto, colóquese una vela ardiendo en forma que la imagen de la llama caiga sobre el espejo inferior y mírese dicha imagen en el espejo superior suspendido en posición paralela al inferior; la vela aparecerá derecha y la llama algo más débil por llegar su imagen a la retina por conducto de dos espejos oscurecidos.

Si luego se procede a hacer girar el espejo en 90 grados, la vela aparece en posición horizontal y la llama considerablemente oscurecida.

Si el ángulo es de 180 grados, la llama aparece al revés y reavivada, a un ángulo de 270 grados la vela se presenta nuevamente en posición horizontal y oscurecida, hasta que, al volver al espejo a su posición original, ella brilla como al principio. Toda imagen clara sobre fondo oscuro que se sustituya a la vela presentará al observador los mismos fenómenos. Recomendamos para tal fin una flecha clara sobre fondo oscuro, que permite observar distintamente el cambio de posición de la imagen, así como su aclaración y oscurecimeinto, respectivamente.

XX. *Identidad por espejos tersos*

De modo que nada peculiar ha pasado hasta aquí; por más que se varíe el experimento, todo observa la regla. Así, también, el fenómeno que vamos a considerar a continuación está en consonancia con la ley, aunque en el primer momento quedemos maravillados.

Si para el aparato con dos espejos se emplea como inferior destinado a recoger la luz diurna una luna azogada y, con el cielo intensamente azul, se lo orienta hacia el reflejo lateral que en el cubo origina la cruz negra, ésta aparece y permanece idéntica cuando el espejo superior esté colocado en posición paralela; pues la propiedad de la claridad atmosférica es transmitida íntegramente por el espejo terso, tal como en el experimento con un solo espejo tiene lugar en forma inmediata.

Hemos puesto la condición de que el cielo sea tan azul como es posible en nuestras latitudes; y aquí se muestra una vez más como una noche velada, que es como siempre lo consideramos. En el presente caso transmite el espejo terso su luz oscurecida, la cual, comunicada al cubo, se halla precisamente en el equilibrio moderado que el desarrollo del fenómeno presupone.

XXI. *Claridad y reflejo derivados*

Hemos considerado el reflejo inmediato proveniente de los distintos puntos cardinales como el primero y original; pero también la claridad y el reflejo derivados originan los mismos fenómenos.

Es verdad que la batista blanca, tendida delante de una ventana iluminada por el sol no produce fenómeno alguno con el aparato simple, probablemente porque la luz es aun demasiado intensa; pero el cubo, colocado entre los dos espejos, da tanto la cruz blanca como la negra, pues la claridad de la batista es atenuada por los dos espejos.

Acerca del reflejo derivado sólo corresponde decir, acaso, lo siguiente:

Una vez producido mediante nuestro segundo aparato (6) desde cualquier lado el fenómeno entóptico, colóquese frente a la misma región atmosférica una placa de vidrio terso espejeante y diríjase hacia ella el aparato; se comprobará entonces que el fenómeno derivado es idéntico al original.

XXII. *Cuerpos birrefringentes*

El espato de Islandia, cuya propiedad de dar dobles imágenes y aun múltiples atrae desde hace mucho tiempo la atención de investigadores y teorizantes, ha

motivado, dada la insuficiencia de los esfuerzos que se venían realizando, indagaciones cada vez nuevas. Así se llegó a descubrir que varios cuerpos de estructura cristalina poseen esta propiedad, y el tratamiento múltiple de tales cuerpos llevó también a la comprobación de otros fenómenos concomitantes. Como el estudio del espato de Islandia puso claramente de manifiesto que la posición diferente de las laminillas unas respecto a otras era la causa inmediata de las dobles imágenes, se comenzó a llevar a cabo experimentos encaminados a condicionar la luz mediante planos espejeantes que formaban ángulos diferentes unos respecto a otros, en forma que pudieran producirse efectos artificiales parecidos a los naturales.

Lográbase así ciertamente una ventaja considerable: se disponía de un aparato exterior, artificial, que permitía imitar y verificar el interior, natural, y comparar el uno con el otro.

Hemos relacionado el aparato artificial, reducido a su esquema más simple, con la Naturaleza, encontrado el origen primario de todos estos fenómenos en la atmósfera y ampliado nuestros dispositivos para representar aquellos en su manifestación más cabal; ahora pasamos a considerar los cuerpos naturales transparentes y cristalizados y decimos, pues, que la Naturaleza ha dispuesto en lo más recóndito de dichos cuerpos el mismo aparato reflector que nosotros hemos construido apelando a medios exteriores físico-mecánicos, y nos queda aún por demostrar que los cuerpos birrefringentes originan también todos los fenómenos que ya nos son conocidos; que por tanto estamos en condiciones de producir mediante la combinación de ese aparato natural con nuestro artificial los fenómenos más sugestivos. Aquí también procederemos del modo más sencillo posible considerando nada más que tres cuerpos, toda vez que en otros similares los fenómenos deben repetirse y se repiten, en efecto. Dichos tres cuerpos son la mica, el espejuelo y el espato de Islandia.

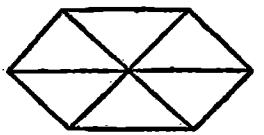
XXIII. *Las laminillas de mica*

Estas están dotadas por la Naturaleza del aparato reflector y al mismo tiempo poseen la propiedad de producir colores entópticos; de ahí que es tan fácil como instructivo combinarlas con nuestros dispositivos artificiales.

Para estudiar la laminilla de mica en sí, se la coloca aisladamente entre los dos espejos, dispuestos por lo pronto en posición paralela el uno al otro, comprobándose entonces sucesivamente las propiedades que tan singulares se nos antojan.

Si se mueve la laminilla de un lado para otro, el observador nota en seguida que el campo visual se le aparece ora más claro, ora más oscuro. Si extrema su atención y la laminilla de mica es del tipo perfectamente adecuado, comprueba que el fenómeno claro se acompaña con una tenue coloración amarillenta y el oscuro con una azulada. Echemos ahora mano de un dispositivo que nos permita llevar a cabo experimentos más exactos.

Si colocamos el cubo entóptico como de costumbre entre los dos espejos paralelos, colocamos encima la laminilla de mica y la movemos de un lado para otro, comprobamos igualmente el paso de la claridad a la oscuridad y del amarillento al azulado, pero acompañado con una inversión de las formas y los colores en el cubo. La causa del fenómeno reside en la reflexión interior de la mica, ya que los espejos exteriores permanecen inmóviles. Para cerciorarse mejor al respecto, procédase como sigue: Se mueve la laminilla de mica colocada encima del cubo de un lado para otro, hasta que la cruz blanca se destaca con máxima pureza, como si nada estuviese interpuesto entre el cubo y la retina; luego se traza con un instrumento punzante una raya en la laminilla de mica, del lado de la cara del cubo vuelta hacia el observador, y mediante un par de tijeras se corta la laminilla en el sentido de la raya. Si entonces se hace girar la laminilla de mica con lentitud horizontalmente encima del cubo, se observa primero una fluctuación de la figura y el color y finalmente la inversión total, esto es, la cruz negra. Procédase entonces a trazar la raya correspondiente a la posición que la laminilla de mica ocupa ahora respecto a la cara del cubo todavía paralela al observador y córtese la laminilla también en este sentido, en forma que resulta un ángulo de 135 grados con la línea básica. Así puede indicarse, sin necesidad de seguir experimentando, la forma de la lámina que en adelante ha de mostrarnos todos los fenómenos de acuerdo con los principios que los rigen. Es la que intercalamos a continuación:



Vemos aquí un cuadrado del que se desarrollan otros dos más pequeños, y para evitar las letras y números en la descripción de nuestros experimentos señalamos que si el lado ancho está vuelto hacia el observador, éste percibe el fenómeno claro, y si el lado angosto, el fenómeno oscuro.

La confección un tanto complicada de tales láminas queda facilitada si en base a la figura arriba indicada recortamos un cartón, lo colocamos con el lado ancho paralelo a nosotros, por debajo de los espejos y encima de él movemos la laminilla de mica de un lado para otro, hasta que percibimos con perfecta nitidez el fenómeno claro. Si en este instante pegamos la laminilla sobre el cartón, el recorte nos sirve de patrón seguro para todos nuestros experimentos.

Verificando repetidas veces todos los fenómenos, encontramos laminillas que se prestan muy bien para nuestros fines e invierten totalmente el fenómeno, en tanto que otras no determinan la inversión total, pero sí una fluctuación pronunciada. Tal comprobación es muy instructiva, por cuanto nos demuestra que las cruces no se desarrollan de dos líneas perpendiculares la una a la otra, sino de dos ganchos que desde los ángulos se desplazan el uno al encuentro del otro.

Entre las laminillas de mica las hay también que no determinan ni un asomo de todos estos fenómenos. Estas laminillas, a diferencia de las demás, que en su mayor parte son incoloras como las láminas de vidrio, aparecen de un color marrón de tumbaga.

Por último, es de señalar un fenómeno cromático muy singular que es dable observar en las siguientes condiciones. Hay laminillas de mica labradas adecuadamente en láminas de seis lados que con la cara ancha vuelta hacia el observador no exhiben ninguna coloración particular, como no sea un tenue tinte amarillento y, si el espejo superior es llevado hacia un lado, azulado, pero que con la cara angosta orientada hacia el observador presentan al instante hermosísimos colores, los que al ser llevado el espejo hacia un lado se truecan en los que tienen como complementarios, como sigue:

claridad	oscuridad
amarillo	violeta
rojo amarillento	azul
púrpura	verde

Si se procede a colocar tales laminillas por encima del cubo entóptico, el fenómeno de la cruz clara y oscura se acompaña y tiñe de un modo magnífico de los respectivos colores.

*

Es oportuno intercalar aquí una advertencia: hay que cuidarse de confundir los colores de que aquí se trata con los epópticos. Por más que sean afines, existe entre ellos la gran diferencia de que los epópticos no se invierten por la acción del aparato reflector, sino que son siempre los mismos, ya se los mire directa u oblicuamente, en tanto que los colores que se presentan dentro de las laminillas de mica son mudables y por ende de una categoría más elevada.

*

Es de señalar, también, que el ángulo obtuso de la lámina de seis lados, que determina la inversión del fenómeno, se compone de un ángulo de 90 grados y otro de 45 grados que pertenece al cuadrado pequeño, o sea en total 135 grados. De suerte que de una manera natural se sugiere ese ángulo de 35-36 grados que en todas las reflexiones da origen al fenómeno.

*

Agregamos, por último, que no hemos logrado aún dilucidar cómo nuestra lámina de seis lados empírico-teórica concuerda con la mica configurada naturalmente en hexaedro. Las laminillas individuales en que se comprueba esta modalidad de cristalización son precisamente aquellas que no dan la inversión.

XXIV. *El espejuelo*

Con las laminillas transparentes del espejuelo ocurre lo mismo; se parten lo más delgadas posible y se procede con ellas igual que con las de mica.

Se examina tal laminilla individualmente entre los dos espejos, se comprueba que en una posición determinada respecto al observador aparece perfectamente clara y se toma esta posición como base de los demás experimentos. A continuación se labra un hexaedro y si se lo coloca con una de las caras angostas vueltas hacia el observador se ve el campo visual teñido de hermosísimos colores. Al llevarse el espejo hacia un lado, todos los colores se truecan en sus complementarios. Si se coloca tal laminilla sobre el cubo, el fenómeno entóptico no experimenta, en el primer caso, cambio alguno. No así, empero, en el segundo; las partes claras y oscuras de las imágenes se tiñen de color púrpura y verde, respectivamente, así que la inversión no resalta como tal, mas es sugerida por la coloración; pues en cuanto el espejo es llevado hacia un lado, la imagen se presenta todavía totalmente coloreda, pero las partes que antes aparecían de color púrpura son ahora verdes, y viceversa.

De lo cual se desprende que ya en las laminillas más finas la imagen pierde hasta cierto punto en nitidez; si se superponen varias, la imagen se vuelve cada vez más borrosa y finalmente ya no puede ser distinguida. De ahí que a nuestro entender la desaparición del fenómeno a raíz de la inversión es tan sólo un oscurecimiento material debido exclusivamente a la transparencia imperfecta del medio usado.

XXV. *El espato de Islandia*

A este cuerpo importante tantas veces comentado, descrito, medido, calculado y explicado, sólo hemos de referirnos en tanto que sus propiedades se manifiestan en el aspecto que aquí nos ocupa. Su comportamiento es idéntico al de los dos cuerpos precedentes, sólo que su configuración rombal y el gran espesor de sus cristales son susceptibles de determinar alguna diferencia. Por lo demás, si lo colocamos entre los dos espejos en forma que el eje longitudinal o transversal coincide con la visual del observador, el campo visual aparece claro, y bastaría con hacer obtuso el ángulo dirigido hacia nosotros para obtener, si se trata de un ángulo correspondiente a una de las caras anchas, un hexaedro con dos ángulos más obtusos y si acortamos la diagonal menor, uno de ángulos más agudos que nuestro hexaedro regular, pero un hexaedro, en fin, cuyas caras angostas, vueltas hacia nosotros, oscurecen el campo visual. No es necesario, para tal fin, estropear nuestros cristales, sino que pegamos nuestro cartón recortado sobre el cristal o bien marcamos nuestra intención mediante un leve trazo.

Como en los casos arriba consignados, la primera posición, que determina el campo visual claro, no modifica para nada el fenómeno, en tanto que el ángulo citado lo invierte, lo que puede observarse con suficiente claridad, aun cuando cromáticamente más que respecto a la forma, por la inversión del azul en el amarillo. De modo que aquí también la desaparición determinada por un aumento de turbiedad del medio no es de carácter físico, sino un efecto común de la merma de transparencia.

Mas entonces nos toca presenciar un fenómeno gratísimo. Si se hace labrar tal espato de Islandia en forma que se achaflanan y biselan dos ángulos paralelos al plano del eje longitudinal y se lo coloca entre los dos espejos, se percibe ora una imagen clara, ora una imagen oscura, idénticas a las imágenes entópticas coloreadas que ya nos son conocidas: Al principio, cuatro puntos claros están dentro de un círculo rodeado de otros círculos y de dichos puntos irradian sendos manojos semejantes a pinceles que son claros y traslúcidos. Al ser llevado el espejo hacia un lado, sobreviene la inversión y vemos, circuida de anillos, una cruz negra de la que irradian asimismo cuatro manojos negros.

He aquí juntos, pues, todos los fenómenos: la reflexión clara e identidad, la reflexión oscura e inversión, ésta última acompañada particularmente de colores intrínsecos, pero difusos; mas la naturaleza íntima del cuerpo mismo puesta al descubierto por el labrado artificial y representada en un fenómeno admirable.

De modo que el resultado de la investigación de este cuerpo en extremo problemático ha sido de volverlo aún más problemático, y junto con él muchos otros. Es ciertamente maravilloso que dentro de él quepan tres tipos de fenómeno cromático, a saber: el prismático, en la refracción, doble y múltiple; el epóptico, entre sus finas laminillas, en cuanto éstas se separen en lo más mínimo, pero sin que cese el contacto; y el entóptico, determinado en sus partes interiores previa preparación artificial. Mucho se ha dicho y mucho cabe decir sobre el particular; baste para nuestros fines con lo poco que aquí hemos expuesto.

XXVI. *Las cuatro etapas del aparato*

Hemos tratado, como siempre, de observar en nuestro experimento la regla que debiera observarse en todos los experimentos. Primero, el fenómeno debe manifestarse en su modalidad más sencilla poniendo en evidencia su origen y sugiriendo la conclusión.

Nuestro aparato más sencillo (5) consiste en una placa de vidrio entóptico colocada horizontalmente sobre un fondo oscuro y vuelta en distintas direcciones hacia el cielo diáfano; dispositivo que permite comprobar inmediatamente el origen etéreo de los fenómenos y el efecto del reflejo director oblicuo, así que para el observador atento huelga todo experimento ulterior al respecto.

Mas es preciso pasar más allá, tratar de reducir la dependencia de las circunstancias exteriores para poder representar los fenómenos en forma más cómoda y destacada y repetirlos a voluntad.

Logramos este objetivo mediante nuestro segundo experimento (6), a base de un cubo entóptico y un espejo ennegrecido; hacemos pasar por aquél la acción atmosférica y percibimos fuera de él, en el espejo, las imágenes coloreadas. Empero, dependemos todavía de la atmósfera; no podemos producir el fenómeno sin el concurso de un cielo diáfano.

Damos, pues, otro paso hacia adelante recurriendo al tercer aparato, más complicado (7). Colocamos frente a frente dos espejos, de los cuales el inferior muestra la atmósfera omnipresente y el superior, la dirección específica, ya sea directa, oblicua o en diagonal. Aquí ya se oculta la verdadera relación natural y el fenómeno cobra mayor relieve; el observador que no haya asentado desde un principio su esfuerzo sobre una base sólida difícilmente puede remontarse al verdadero conocimiento. No obstante, este aparato nos es muy útil día tras día y a todas horas y apreciamos mucho sus servicios, porque consideramos sumamente instructiva la combinación de dicho dispositivo con los cuerpos naturales y la correlación existente entre ellos.

Pasamos ahora a considerar un cuarto aparato, que es el más cómodo y manejable, pero oculta en un grado aún mayor el fenómeno fundamental, que nadie se aventuraría a extraer de él en un proceso retrógrado. Consiste en cuatro espejos relacionados entre sí que producen de una manera fácil y nítida todos los fenómenos. El primer espejo, situado fuera del dispositivo en posición casi horizontal, recoge de un modo inmediato la luz del día y la transmite al segundo, el cual, colocado oblicuamente dentro del aparato, refleja la luz recibida hacia arriba. Sobre él se interpone el cubo entóptico, que el observador mira perpendicularmente desde arriba a través de su anteojo; en éste están dispuestos, en vez del ocular, dos espejos de los cuales el uno recoge desde abajo la imagen del cubo y el otro la presenta al observador. Si se lleva la vaina que gira junto con los dos espejos trabados a la posición directa o la lateral, las imágenes cambian sucesivamente del modo más cómodo y sugestivo de forma y color, destacándose el fenómeno tanto más cuanto que a raíz de la reflexión cuádruple la luz ha quedado cada vez más atenuada. Si se pone un pequeño prisma de espato de Islandia birrefringente en el lugar del ocular, puede observarse y repetirse del modo más sugestivo y sorprendente, conforme gira la vaina, el fenómeno simultáneo de la aclaración y el oscurecimiento.

Si entonces se pasa revista a la marcha ascendente de esta experimentación y se tienen presente los factores que han contribuido a ella, las comprobaciones que ha permitido hacer y las relaciones que oculta, nada nuevo puede salirnos ya al paso en todo este terreno, pues nuestra mirada física y mental se lanza, libre de trabas y metódicamente, hacia adelante y hacia atrás.

XXVII. *Advertencia*

Todo experimentador amigo de la Naturaleza debe tener muy presente cuán cerca hemos llegado mediante nuestro aparato, tal como lo hemos explicado en el párrafo precedente, de ese punto donde el instrumento, lejos de arrancar a la Naturaleza su secreto, la convierte en un enigma impenetrable. Nada cabe objetar a la tentativa de recurrir a dispositivos mecánicos para representar determinados fenómenos a voluntad en forma más clara y cómoda, pero no puede extraerse de ellos ninguna lección verdadera; más aún, hay aparatos inútiles y perjudiciales que llevan a conceptos erróneos acerca de la Naturaleza; entre ellos figuran aquellos que presentan los fenómenos en forma parcial e inconexa. Estos son, en definitiva, los que durante siglos sirven de base y sostén para las hipótesis. Mas como de esto no puede hablarse sin caer en la polémica, no corresponde traerlo a colación en esta exposición objetiva y serena.

XXVIII. *Sobre la naturaleza íntima del vidrio entóptico*

Al exponer, más arriba, las propiedades entópticas de determinados vidrios que en sus partes interiores exhiben formas y colores, nos hemos circunscrito al fenómeno mismo, sin entrar para nada en la cuestión de si es posible dilucidar los factores que lo determinan. Como comprobamos, empero, que fenómenos idénticos se manifiestan también en el interior de cuerpos naturales, cuyas partes integrantes producen igualmente, por su configuración peculiar y posición variable, formas y colores, séanos permitido ahora dilucidar los cambios que se operan a raíz del brusco enfriamiento dentro de las placas de vidrio y les comunican esa propiedad tan importante como sugestiva.

Cabe observar que el calentamiento determina en el interior de las placas de vidrio una ondulación, que se va extinguiendo conforme se enfría la placa y desaparece finalmente. Tal transición paulatina confiere a la masa una cohesión interior, consistencia y solidez que le permite resistir hasta cierto punto a la fuerza exterior. Cabe dominar este estado, bien que en forma poco adecuada, tenaz.

El enfriamiento rápido, en cambio, surte el efecto contrario: las oscilaciones parecen inmovilizarse bruscamente, la masa permanece falta de cohesión interior y quebradiza, las distintas partes no se unen orgánicamente y el todo, si bien retiene su transparencia, exhibe un aspecto que se ha dado en llamar puntualidad. Rascada por el diamante, la placa se rompe en forma más limpia que la de un vidrio enfriado paulatinamente.

Tales vidrios se rompen ya en seguida o al cabo de un tiempo, bien sea espontáneamente o al ser golpeados. Conocidos son las botellas y vasos que se resquebrajan y aun se rompen al haberse arrojado piedrecitas adentro.

Si se rompen las puntas de gotas de vidrio fundido que se ha inmergido en el agua para su rápido enfriamiento, estallan y quedan reducidas a una substancia pulverulenta; el observador atento advierte un pequeño conglomerado de cristalización en forma de tallos formado alrededor del puntito de aire encerrado en el medio. Es evidente cierta solución de continuidad.

Además de estas propiedades, el vidrio adquiere la facultad de mostrar en su interior figuras y colores. Si nos imaginamos aquellas oscilaciones originadas por el calentamiento fijadas a raíz del enfriamiento, cabe pensar que así se forman puntos y líneas de detención y, entre ellas, espacios libres, todos ellos con cierto grado de turbiedad, de suerte que son susceptibles de aparecer ora claros ora oscuros conforme se modifica la acción de la luz.

Mas no bien hemos tratado de explicarnos más o menos tan singular fenómeno, presenciamos bajo condiciones cambiadas nuevos fenómenos. Comprobamos que estos puntos y líneas de detención no deben considerarse fijos para siempre en el interior de la placa de vidrio, pues si bien la configuración que la placa ha tenido antes del calentamiento al rojo determina las figuras y los colores que se originarán en su interior, luego del calentamiento y subsiguiente enfriamiento se modifica, a la par de la forma, la configuración. Si se divide en dos una placa cuadrada y se coloca la parte paralelepípeda entre los espejos, aparecen asimismo cuatro puntos en los ángulos, en dos parejas muy separadas entre sí, y el espacio claro u oscuro se presenta mucho más ancho desde las caras anchas para adentro que desde las angostas. Si se corta una placa cuadrada en diagonal, aparece una figura parecida a la que se ha observado al elevar triángulos a la temperatura del rojo.

Si antes habíamos recurrido a una concepción mecanicista, henos aquí referido a una región superior, a la región universal de la Naturaleza palpitante de vida perenne; nos acordamos que la más ínfima partícula de la piedra imán desmenuzada exhibe dos polos igual que el todo.

XXIX. *Mirando en torno*

Si bien es de todo punto conveniente, y aun necesario, considerar primero el fenómeno en sí, repetirlo y estudiarlo cuidadosamente en forma aislada, por último sentimos el impulso de volvernos hacia afuera y mirar en torno en busca de otros fenómenos similares que apoyen nuestro propósito, como hace un momento no hemos podido por menos de aludir a la piedra imán, aun siendo ella tan ajena a nuestro tema.

En este sentido cabe, pues, recomendar la analogía como asidero para prender y palanca para accionar a la Naturaleza. No hay que dejarse confundir por el

hecho de que la analogía lleva a veces por mal camino, que como sutileza forzada y arbitraria queda en la nada. No repudiemos tampoco el juego jocoso y humorístico con los objetos, la confrontación debida o indebida y aun vinculación de las cosas más distantes entre sí, con lo que se trata de asombrar a fuerza de acumular contrastes. Pero antegámonos, para nuestros fines, a una analogía estrictamente metódica, que vivifica en verdad la experiencia relacionando lo distante y aparentemente heterogéneo y descubriendo su identidad, que es cómo también en la ciencia se percibe paulatinamente la vida total de la Naturaleza.

La afinidad de las figuras entópticas con las demás de índole física ya ha sido apuntada más arriba; es la más inmediata, natural y evidente. Aquí corresponde hablar también de las figuras fisiológicas, que en éste se presentan con toda energía y belleza y constituyen otro ejemplo magnífico de que en el Universo todo se relaciona, se refiere y responde lo uno a lo otro. Lo que ocurre en la atmósfera tiene lugar también en la retina humana y el contraste entóptico se identifica con el fisiológico. Si se mira en el espejo superior del tercer aparato la imagen del cubo reflejada hacia arriba y a continuación se retira rápidamente el cubo, sin apartar la mirada del espejo, el fenómeno, tanto el claro como el oscuro, impresiona la retina como sombra invertida y los colores se truecan en los que tienen como complementarios: el amarillo pardusco en azul, y al revés, con profunda alegría del investigador amigo de la Naturaleza.

Pasando ahora a la teoría natural general, afirmamos lo siguiente: Una vez comprendido el efecto diferente del reflejo directo y del oblicuo y reconocida la universalidad de esta ley, habrá de ponerse de manifiesto, en seguida, la identidad de innumerables fenómenos y se relacionarán experiencias consideradas hasta ahora ajenas unas a otras y que se ha tratado acaso en vano de explicar recurriendo a hipótesis individuales. Aquí, como nuestro propósito se limita necesariamente a emancipar y estimular al espíritu, miramos en torno para señalar determinadas analogías, cuya correlación e interdependencia acaso se revele en el futuro.

XXX. *Las figuras de arenilla de Chladni*

Todas las personas sagaces y más o menos familiarizadas con los fenómenos naturales, al ver nuestro cubo entóptico colocado entre los espejos, han señalado al instante la semejanza con las figuras de Chladni; y en efecto, ella es innegable. Corresponde ahora demostrar que estos singulares fenómenos exteriores guardan cierta relación interior y acusan muchas analogías en las circunstancias de su desarrollo.

Las figuras		
de Chladni		*de Seebeck*
	se originan en	
ondulaciones		ondulaciones
	determinadas por	
conmoción de las placas de vidrio;		calentamiento al rojo; compresión, etcétera, de las placas;
	persisten	
en reposo;		a raíz de rápido enfriamiento;
	desaparecen	
a raíz de renovada conmoción;		a raíz de renovado calentamiento seguido de enfriamiento paulatino;
	varían con	
la configuración de la placa de vidrio;		la configuración de la placa de vidrio;
	se corren	
de afuera para adentro;		de afuera para adentro;
	comienzan por	
líneas parabólicas cuyos vértices tienden unos hacia otros; en el cuadrado desde el lado, para formar una cruz;		líneas parabólicas cuyos vértices tienden unos hacia otros, en el cuadrado desde los ángulos, para formar una cruz;
	se multiplican	
conforme se recurre a placas más anchas;		conforme se aumenta el número de placas superpuestas;
	se revelan	
en la superficie.		en el interior.

Baste por ahora con estos paralelismos para señalar la afinidad general de dichos fenómenos. No dudamos de que el observador se fijará como grata tarea ahondar en la investigación al respecto; más aún, la confrontación efectiva de los dos experimentos y su verificación paralela por parte de dos personas competentes

resultaría sin duda una empresa sugestiva y dejaría al sentido interior la comparación verdadera, que por cierto nunca puede ser expresada cabalmente en palabras porque el hombre siempre puede tan sólo intuir la conexión interior de los fenómenos naturales en virtud de la cual se relacionan, no obstante su diferencia grandísima, los experimentos.

XXXI. *Los meteoros atmosféricos*

Toda vez que a nuestro entender la noción cabal de los efectos del reflejo directo y el oblicuo contribuirá también a la explicación de los meteoros atmosféricos, mencionamos éstos también en este lugar. El arco iris, si bien reconoce como origen la refracción, se distingue por la circunstancia de que percibimos los colores correspondientes, en rigor, en el interior de las gotas; pues en el fondo de éstas se refleja la diversidad policromática.

Los colores del arco inferior llegan a nuestra retina de acuerdo con determinada ley, como también, en una forma algo más compleja, los del arco superior. Una vez comprendido esto, se infiere que ninguna luz puede llegar a nuestra retina desde el espacio intermedio entre los dos arcos, según el observador atento comprueba por la siguiente circunstancia: Cuando percibimos los dos arcos con toda nitidez sobre una cerrazón pura, absolutamente hermética, frente a la cual está, potente y radiante, el sol, el espacio intermedio entre los arcos aparece de color gris oscuro, decididamente más oscuro que arriba y abajo del fenómeno.

Esta observación nos ha hecho suponer que queda determinada también en este caso una luz en cierto sentido oblicua y recurrir a nuestro segundo aparato entóptico; pero hasta ahora no nos ha sido posible obtener un resultado concreto. Hemos comprobado, eso sí, que cuando el propio arco iris pasaba por nuestro cubo entóptico determinaba la cruz blanca revelándose, pues, como un reflejo directo. El espacio inmediatamente superior, que debía originar la cruz negra, no producía ningún fenómeno distinto, pues desde que se nos ocurrió llevar a cabo este experimento no hemos tenido ninguna oportunidad de observar un doble arco iris realmente perfecto ni, en consecuencia, un espacio oscuro saturado intermedio entre los dos arcos. Quizá otros amigos de la Naturaleza tengan mejor suerte.

Nos consta que nuestra exposición servirá para arrojar alguna luz sobre los halos que circundan el sol y la luna, los parhelios y otros fenómenos. Los halos cuyo diámetro es de cuarenta grados coinciden con toda probabilidad con el círculo dentro del cual se percibe alrededor del sol, al alcanzar el astro su máxima altura, la cruz negra, antes de que la luz intensa ponga fin al fenómeno entóptico. Aquí sería conveniente hacer uso de instrumentos; serían de gran utilidad los grados y los números. Una vez que la atención de los naturalistas se fije en esta

cuestión y nuestra exposición halle aprobación y apoyo, se satisfarán estas necesidades, como ya se ha hecho en tantos otros casos.

Un meteoro singular, determinado al parecer por la acción del reflejo directo, lo describe el viajero atento Bory de St. Vincent, como sigue:

Le soir du 2 Germinal l'an X nous vîmes un très-beau phénomène lumineux. Le ciel était pur, surtout vers le couchant; et au moment où le soleil approchait de l'horizon, on distingua du côté diamétralement opposé cinq ou six faisceaux de rayons lumineux. Ils partaient, en divergeant, d'un demidisque pareil à un grand globe, dont l'horizon sensible eût caché la moitié. Ce demi-disque était de la couleur du ciel, quand son azur brille du plus grand éclat. Les rayons paraissaient d'autant plus vifs, que le soleil était le plus près de disparaître.

Le couchant s'étant rempli de nuages, qui dérobaient la vue du soleil, le phénomène lumineux ne cessa pas; l'instant où il fut le plus sensible, fut celui où l'astre du jour dût être descendu sous l'horizon, dès-lors son éclat diminua, et disparut peu-à-peu.

XXXII. *Ojeada paradójica a la astrología*

Una analogía fantástica del efecto de los reflejos directo y oblicuo se da ya en la astrología, sólo que sus adeptos consideran perjudicial el reflejo directo, que nosotros reputamos positivo; respecto al reflejo oblicuo, ciertamente coinciden con nosotros en estimarlo adverso y fatal. Nada cabe objetar a que tengan el reflejo proveniente del bisector, que hemos calificado de fluctuante, por beneficioso; pues precisamente lo fluctuante y neutro ofrece al hombre una oportunidad de ponerlo a su servicio y demostrar así su fuerza superior.

Con estas observaciones sólo queremos decir que desde siempre han poblado la mente humana, oscuros y claros, fragmentarios y perfectos, como fe y como superstición, ciertos conceptos acerca de las cosas terrenales y supraterrenales; lo que no es de extrañar, como que todos estamos hechos de la misma masa y todos los hombres bien dotados conciben el mundo del mismo modo, de suerte de que cualquier descubrimiento tiene una analogía en tiempos pasados.

Así, los astrólogos, cuya teoría se asentaba en la observación devota e infatigable del firmamento, han anticipado intuitivamente nuestra teoría del reflejo; sólo que cometían el error de considerar adverso lo opuesto, en vez de tener el reflejo directo por réplica amable de la luz originaria. La luna llena no se opone hostilmente al sol, sino que le devuelve gentilmente la luz que de él ha recibido.

De modo que, si se quiere prestar atención a esa creencia errónea, habría que rectificar en base a nuestras indicaciones y determinaciones los horóscopos sobresalientes que se han cumplido y dilucidar hasta qué punto nuestra interpretación está más en consonancia con el resultado.

Así, por ejemplo, todo nacimiento que caiga en la época del plenilunio debería reputarse muy venturoso; pues la luna ya no aparece como contrincante que perturba, cuando no anula, la influencia favorable del sol, sino como amiga gentil y amable. Salta a la vista la revolución que esta interpretación determinará en la astrología.

XXXIII. *Acción mecánica*

A los que nos reprochan, acaso, haber ido demasiado lejos en eso de señalar afinidades, conexiones, relaciones, analogías, interpretaciones y alegorías, replicamos que el espíritu nunca se esforzará suficientemente por mantenerse ágil, puesto que en todo momento corre peligro de quedar prendido en tal o cual fenómeno y petrificarse. No obstante, nos apresuramos a volver a lo que más inmediato y señalar los casos en que con nuestra propia mano, técnicamente, producimos esos fenómenos cósmicos generales y por tanto está justificada nuestra creencia de tener una noción cabal de su naturaleza y carácter. Por cierto que, en el fondo, se trata de una creencia falaz, pues hasta lo que hacemos mecánicamente tenemos que ajustarlo a leyes naturales y las manipulaciones últimas siempre comportan un elemento espiritual, que es lo que en última instancia infunde vida a toda realidad tangible y la eleva al plano de la intangible.

Si se pone en el torno una espesa placa de vidrio que carece de propiedades entópticas, en forma que quedan afectados primordialmente dos puntos opuestos de la superficie, y se coloca este dispositivo por debajo de los espejos, se ven como manojos que irradian de dichos dos puntos, aparecen en parte claros, en parte oscuros y coloreados de acuerdo con la ley que rige el fenómeno cromático, y tienden a unirse. De modo que la presión modifica la contextura de las partes integrantes, éstas cambian de posición unas respecto a otras y cabe suponer una solución de continuidad, como en el caso del vidrio que se enfría bruscamente.

Otra experiencia es asimismo instructiva al respecto. Se ha dado el caso de un trocito de ámbar labrado en forma de botón, perfectamente transparente y agujereado en el medio, que colocado entre los espejos exhibía cuatro fascículos de rayos que irradiaban del centro y aparecían blancos y, en la inversión, negros. Aquí el taladro, al ejercer desde el medio una presión hacia la periferia, parece haber determinado el mismo efecto que sufrió la placa de vidrio puesta en el torno; sólo que en el trozo de ámbar perduraba lo que en la placa de vidrio desaparecía en cuanto se la retiraba del torno. En el deseo de llevar a cabo una investigación más detenida al respecto, hicimos agujerear algunos trozos de ámbar, pero no se repitió el fenómeno.

XXXIV. *Los lienzos adamascados*

En éstos es donde saltan a la vista estos fenómenos, por cuanto nosotros mismos los producimos técnicamente. Si se mira contra la luz una servilleta

doblada de primoroso lienzo bien lavado y alisado horizontalmente, las figuras claras se distinguen netamente del fondo oscuro. Si entonces se pone la servilleta perpendicularmente a la luz, el fondo aparece claro y las figuras oscuras, y al ser vuelto el cabo hacia la luz, en forma que la servilleta es iluminada en diagonal, no se perciben ni las figuras ni el fondo.

Este fenómeno radica en la circunstancia de que en la trama de los lienzos adamascados los hilos se entrecruzan en ángulo recto, así que las figuras aparecen claras cuando la luz llega a la retina en el sentido de la dirección de los hilos y oscuras cuando éstos corren perpendicularmente a la trayectoria de la luz; los hilos orientados hacia el observador transmiten la luz directamente a la retina, en tanto que los transversales la desvían hacia los lados y por ende aparecen oscuros o sombreados. Iluminados en diagonal, todos los hilos sólo pueden presentarse como claridad neutra.

Aquí ocurre lo mismo que en el firmamento, y la habilidad del tejedor nos permite enterarnos de las propiedades de la atmósfera. Para mi aparato hice bordar con los hilos más finos un dibujo a cuadros, que muestra el fenómeno con particular claridad, y luego la cruz entóptica con los puntos en los ángulos, que aparece ora clara u oscura, según la posición de la superficie respecto a la luz.

XXXV. *Teoría similar*

Ya que estamos empeñados en recorrer el círculo empírico en busca de fenómenos análogos, reviste idéntica importancia encontrar nociones que, expresadas en formulación teórica, sean susceptibles de arrojar alguna luz sobre el propósito que nos guía.

Un investigador sagaz ha tratado de explicar los fenómenos entópticos y los de la birrefringencia que les son muy afines suponiendo ondulaciones longitudinales y transversales de la luz. Como en los lienzos adamascados vemos el reflejo de la luz condicionado por hilos longitudinales y transversales, nos será permitido considerar que ese concepto guarda mucha semejanza con el nuestro, si bien reconocemos de buen grado que a nuestro modo de ver esas condiciones no operan en la luz como luz, sino en función de la luz, que puede manifestarse a nosotros sólo en conjunción con el espacio lleno, la materialidad más tenue y más compacta.

XXXVI. *Tela de seda con aguas*

Esta es alisada mediante una presión despareja que comunica a la tela una sucesión de altibajos, así que, según la posición de la tela respecto a la luz, el reflejo es dirigido hacia la retina del observador, ora apartado de ella.

XXXVII. *Superficie de estaño modelada*

Un fenómeno afín, muy variado y sugestivo por cierto, es la formación de figuras dendríticas en la superficie lisa de estaño atacada por ácidos diluidos. Si el observador se coloca de espaldas a la ventana y hace caer la luz desde un lado sobre la chapa vertical, verá las ramas en parte salientes y claras, en parte entrantes y oscuras. Si entonces se coloca en forma que la luz caiga desde el otro lado, el fenómeno se invierte totalmente. Tales chapas, recubiertas de laca barniz de color, se han recomendado para distintos usos por su aspecto agradable. Esas superficies barnizadas se prestan también para la verificación del experimento; pero con el aparato entóptico se combinan mejor las chapas no barnizadas, que hacen resaltar más el fenómeno.

XXXVIII. *Superficies de cuerpos naturales*

Aquí corresponde mencionar también los minerales que llamamos tornasolados. Algunos pertenecientes al grupo de los feldespatos: la adularia, la labradorita y el granito gráfico llevan la luz a la retina por conducto del reflejo o, en posición diferente, la apartan de ella. También se labran tales minerales; particularmente el ojo de gato, los asbostos y las selenitas, para que el efecto sea más impresionante y variado y el fenómeno claro contraste en forma más rápida y flagrante con el oscuro.

XXXIX. *Retorno y repetición*

Tras haber recorrido el camino que se abrió ante nosotros, retornamos al principio y origen de todos los fenómenos. Su determinante fundamental es la acción de la luz solar sobre la atmósfera, el espacio azul infinito. Al aire libre hemos de acudir una y otra vez en busca de instrucción.

Con cielo diáfano, antes de salir el Sol, el lado donde se anuncia el astro aparece más claro que el resto del firmamento, el cual se presenta límpido y de un color azul uniforme. Lo mismo se aplica a la puesta del Sol. Mil veces hemos contemplado la bóveda pura y radiante del cielo, sin que se nos ocurriese jamás la idea de que pudiera presentarse de un color desparejo, y sin embargo, los experimentos y observaciones nos lo han demostrado de un modo concluyente.

Enterados de lo desparejo de la acción atmosférica, hemos tratado de ver por nuestros propios ojos lo que cabía inferir de esta circunstancia, esto es, que allí donde estaba expuesto el reflejo directo del Sol el cielo debía aparecer de un color

azul más claro que a ambos lados; sin embargo, nunca hemos comprobado esta diferencia, como por otra parte tampoco los pintores paisajistas, a cuya vista apelamos.

En cambio, la vista bien dotada y ejercitada del pintor percibe la iluminación despareja descubierta mediante los vidrios entópticos, según queda demostrado por lo que sigue:

XL. *Observación importante de un pintor*

Un artista insigne que por desgracia nos ha sido arrebatado por una muerte prematura: Ferdinand Jagemann, al que la Naturaleza, amén de otros dones, había obsequiado con un sentido agudo de la luz y la sombra, el color y la degradación, se construyó para trabajos de mayor y menor envergadura un estudio cuyo ventanal único daba al Norte.

Luego de haber trabajado allí durante un tiempo, creyó comprobar que las fisonomías de sus trabajos no estaban iluminadas a todas horas del día del mismo modo favorable, sin que la oposición de los cuadros ni las condiciones de iluminación hubieran cambiado en lo más mínimo.

Muy de mañana la luz aparecía más tétrica y desagradable, luego iba mejorando, hasta que aproximadamente una hora antes de mediodía los objetos cobraban un aspecto totalmente diferente y la luz y la sombra, el color y la degradación se ofrecían al artista en toda su perfección, tal como deseaba trasladarlos al lienzo. A la tarde desaparecía tan magnífico fenómeno; la iluminación empeoraba gradualmente, aun en los días más radiantes, sin que se hubiera operado el menor cambio en las condiciones atmosféricas.

Cuando me enteré de esta observación la asocié en seguida con los fenómenos que hemos considerado detenidamente y me apresuré a confirmar y explicar por un experimento físico lo que un artista dotado de intuición había descubierto por sí mismo con gran sorpresa y aun sobresalto suyo. Me trasladé a ese estudio con el segundo aparato entóptico, que se comportó tal como cabía suponer. A mediodía, cuando el artista veía sus objetos iluminados del modo más favorable, el reflejo directo del Norte daba la cruz blanca, en cambio a la mañana y a la noche, cuando lo molestaba la desagradable luz oblicua, el cubo mostraba la cruz negra; en los períodos intermedios se registraban las transiciones.

De modo que la intuición del artista había descubierto, sin saberlo, uno de los más importantes efectos naturales. El físico, viniendo en su ayuda, demuestra cómo lo particular se basa en lo general.

Nos vienen a la memoria casos similares que nos sorprendieron, mucho antes de que llegáramos a conocer este fenómeno. En Roma, donde disfrutamos de diez semanas de tiempo radiante, sin que ninguna nubecilla empañara la luminosidad del cielo, las condiciones de iluminación eran ciertamente sumamente favorables para la contemplación de las pinturas; sin embargo, me acuerdo que un dibujo a la acuarela que había en mi habitación se me antojó de pronto infinitamente más hermoso que lo había visto jamás. En aquel entonces lo atribuí a la limpidez del cielo y una momentánea disposición particularmente adecuada de mis ojos; ahora, al evocar aquella experiencia, me acuerdo que mi habitación daba al Oeste y que el fenómeno me llamó la atención primero a la mañana, pero podía tener lugar todo el día a causa de la gran altura del Sol.

Conocido ahora este efecto definido, los aficionados al arte pueden hacer que la contemplación de sus cuadros les proporcione a ellos y a aquellos a los que los enseñen una satisfacción estética mucho mayor; más aún, los comerciantes de objetos de arte están en condiciones de acrecentar inmensamente el valor de sus cuadros procurando un reflejo favorable.

El artista, sobre todo cuando se ocupa en reproducir algo, ha de evitar la luz oblicua y proveer su estudio, eventualmente, de dos ventanas que den al Oeste y al Norte, respectivamente. La primera le sirve para las horas de la mañana y la segunda hasta las dos o tres de la tarde; luego tiene derecho a entregarse al descanso. Dijo alguien en son de broma que el pintor más diligente debía construirse un estudio giratorio, en forma parecida al molino de viento, para poder seguir paso a paso la marcha de la luz favorable.

Más seria es la observación de que es en pleno verano, época en que el cielo da ya antes de las diez por todos lados la cruz blanca, y estas condiciones favorables de la luz persisten hasta el atardecer, cuando el pintor, invitado tanto por la estación como por la circunstancia que acabamos de señalar, debe desarrollar su máxima actividad.

Desgraciadamente, empero, dada la frecuencia con que en nuestras latitudes se enturbia la atmósfera, hemos de admitir que muchas veces se invierten los efectos y se produce justamente lo contrario de lo que se ha esperado. Conviene, pues, que todo artista tenga en su estudio nuestro segundo aparato, para que pueda en todo momento cerciorarse del estado y de los efectos de la atmósfera y proceder en consecuencia.

XLI. *Palabras finales*

Convendría que las Academias de las Ciencias hicieran construir el aparato cuádruple indicado por nosotros y reunir al mismo tiempo todos los objetos y dispositivos que en la teoría de los colores hemos mencionado para la verificación

de experimentos sencillos y más complejos, para que los colores entópticos sean mostrados al lado de los fisiológicos, físicos y químicos y la teoría de los colores, que en definitiva depende del órgano visual, pueda ser expuesta, por fin, en forma metódica.

Así, también, la disertación de los maestros académicos en dicha materia ganaría en claridad y vendría en ayuda del sano entendimiento de la juventud, en vez de continuar el actual estado de cosas de que hay que estropear las mentes para poder enseñarles. Y precisamente en esta materia la física se halla amenazada por una confusión susceptible de persistir durante varios lustros; pues mientras de un lado se sigue empeñado en mantener y perpetuar lo antiguo insostenible, del otro se impone a la mente humana lo nuevo verdadero, aunque más no sea que en forma fragmentaria, llegando así el día en que aquello no quiere desechárselo del todo y esto no quiere aceptárselo del todo, sino que se trata de adaptar lo uno a lo otro, actitud que origina en las mentes un estado de mescolanza y desvirtuación que la lógica no puede remediar.

Por último, repetimos lo que nunca se repetirá suficientemente, o sea que todo principio natural verdadero, minuciosamente observado y sinceramente enunciado ha de quedar corroborado en millares de casos y demostrar su afinidad con otras tesis no menos fecundas, y que precisamente en virtud de ello no deja de manifestarse en todos los órdenes de la vida práctica, y que lo práctico consiste en el uso sensato y la aplicación atinada de lo que la Naturaleza brinda al hombre.

De este convencimiento deriva nuestro modo de tratar la teoría natural; en él se basa nuestro empeño escrupuloso de acudir a los fenómenos en su condición primaria y seguirlos después en su múltiple desarrollo y aplicación.

Este convencimiento nos ha guiado en la exposición de toda la cromática, por último en la de los colores entópticos. Hemos procedido de acuerdo con un plan bien meditado, al que se ajustan naturalmente la posición y el orden de los fenómenos; esperamos, así, que nuestro trabajo sea de utilidad para los amigos de las ciencias naturales. A aquellos que, no satisfechos con nuestro modo de tratar la materia, desean que ésta sea expuesta en otra forma, les "imponemos la más fácil de las tareas, o sea la de deshacer lo que hecho está".

Jena, el 1.° de agosto de 1820

PARTE POLÉMICA

DENUNCIACIÓN DE LA TEORÍA DE NEWTON

Dico ego, tu dicis, sed denique dixit et ille,
Dictaque post toties non nisi dicta vides.

Introducción

1. Aun cuando en la parte primera nos hemos ajustado en lo posible a la exposición didáctica evitando toda polémica, no hemos podido dejar de formular alguna que otra crítica a la teoría a la sazón imperante. Por lo demás, nuestro Esbozo de una teoría de los colores necesariamente tiene un carácter polémico, en tanto que hemos tratado de trazar un cuadro completo de los fenómenos y clasificarlos en forma que todo el mundo se vea obligado a considerarlos en su orden natural y sus relaciones verdaderas y aquellos que en el fondo sólo están interesados en entresacar fenómenos aislados con objeto de apoyar en ellos sus afirmaciones hipotéticas no puedan proceder en adelante con la misma facilidad que hasta ahora.

2. Pues, por más que se estuviese convencido de haber captado la naturaleza de los colores y se pretendiese haberla enunciado en una teoría incontrovertible, lo cierto es que sólo se han formulado hipótesis que servían para clasificar artificiosamente los fenómenos y elaborar una teoría extraña de pobre contenido.

3. La reseña histórica dirá cómo el fundador de esta escuela, el extraordinario Newton, pudo enredarse en semejante prejuicio e inculcárselo a sí mismo y a los demás. Por ahora consideramos su obra titulada *La Óptica,* en la que puso por escrito, finalmente, sus convicciones, clasificando y exponiendo de un modo diferente lo que antes había formulado. Esta obra, que editó en las postrimerías de su vida, la tuvo él mismo por exposición cabal de sus tesis; declaró que no debía

agregarse ni quitarse una sola palabra y promovió bajo su vigilancia personal la versión latina.

4. La seriedad con que había sido acometida y cumplida esta empresa suscitó una confianza ciega. Se generalizó paulatinamente el convencimiento de que esta obra expresaba la verdad indiscutible; y todavía en nuestros días los hombres la tienen por expresión máxima del tratamiento científico de los fenómenos naturales.

5. De ahí que estimamos conveniente y necesario para nuestro fin traducir partes de esta obra, extractarlas y glosarlas, para que el que en adelante se ocupe de este asunto disponga de un hilo que lo guíe a través de semejante laberinto. Mas antes de abocarnos a esta tarea, hemos de señalar lo que sigue:

6. Es claro que en la exposición de fenómenos naturales el maestro puede elegir entre pasar de las experiencias a los principios y de los principios a las experiencias; también es admisible, y a veces hasta necesario, que recurra alternativamente a uno y otro método. Ahora bien, es preciso señalar que Newton abusa de tal modalidad combinada de la exposición habilidosamente para sus fines, dando por sabido lo que debe ser introducido, explicado y demostrado y entresacando de la multitud de los fenómenos aquellos que aparente y precariamente convienen dentro de las tesis enunciadas, como también hemos de hacer notar que lleva a cabo los experimentos sin orden, a su antojo, y lejos de irlos consignando en su forma pura, los multiplica y superpone, así que al final el espíritu más claro prefiere aceptar religiosamente tamaño caos antes que tomarse la molestia infinita de conciliar y ordenar tantos elementos contradictorios. Tal tentativa, por otra parte, sería vana, a menos que, como nosotros lo hemos hecho, se procediese previamente a exponer los fenómenos cromátivos en determinada relación natural para poder denunciar así con firmeza toda clasificación artificiosa y desvirtuación arbitraria de los mismos. Podemos apoyarnos desde ahora en una exposición natural y arrojar así una luz saludable sobre la confusión y el embrollo inauditos. Sólo así será posible dirimir un pleito que lleva ya más de un siglo de duración y cada vez que era renovado ha sido repudiado por la escuela triunfante por audaz, insolente y aun ridículo y absurdo.

7. Nuestros lectores se percatarán poco a poco de cómo ha sido posible semejante persistencia en el error. Por un método artificioso Newton había dado a su obra un aire tan serio y austero que los conocedores de la forma la admiraban y los profanos quedaban maravillados. Agregábase a ello la apariencia venerable de tratamiento matemático con que el autor había sabido dar categoría al conjunto.

8. Pues en el primer lugar se destacan definiciones y axiomas, que consideraremos más adelante, cuando ya no puedan impresionar a nuestro lectores. Encontramos también proposiciones, que una y otra vez establecen lo que debiera probarse; teoremas, que anuncian cosas que nadie puede percibir; experimentos, que bajo condiciones variadas producen siempre el mismo resultado y con gran aparatosidad giran dentro de un círculo muy estrecho; problemas, en última instancia, que no pueden ser resueltos, como quedará explicado detenidamente en el curso de nuestra exposición.

9. En inglés la obra lleva el título de *Optics, or a treatise of the reflections, refractions, inflections and colours of light.* El término *optics,* aunque tal vez tenga un aire más modesto que el vocablo latín *optice*, expresa evidentemente un volumen que la obra no alcanza a llenar. Ésta trata casi exclusivamente del color, del fenómeno cromático; de todo lo demás, en lo que se refiere a la visión natural y artificial, no habla casi para nada, y basta con compararla con las *Lecciones ópticas* para advertir la ausencia de la gran masa de temas propiamente matemáticos que allí se encuentran.

10. Es preciso señalar desde un principio esta circunstancia; pues precisamente el título ha dado lugar a la creencia errónea de que tema y exposición de la obra son de índole matemática, siendo así que aquél se circunscribe a la física y el carácter matemático del tratamiento es sólo aparente. Más aún, conforme avanzaba la ciencia se ha puesto de manifiesto, mucho ha, que así como Newton, en su carácter de físico, no asentó sus observaciones sobre una base exacta, las fórmulas en que expresó sus comprobaciones eran necesariamente insuficientes y falsas, según puede leerse en detalle en todos los escritos que tratan de la invención de los telescopios acromáticos.

11. Esta llamada *Óptica,* más propiamente *Cromática,* se compone de tres tomos, de los que hacemos por lo pronto tan sólo el primero, dividido en dos partes, objeto de nuestra consideración polémica. Nos hemos atenido en general a la cuarta edición del original (Londres, 1730), que está redactada en un estilo más llano y sencillo.

12. Sin embargo, como sólo proporcionamos extractos y no hemos juzgado oportuno hacer reproducir todas las láminas newtonianas, tenemos que referirnos con frecuencia al original.

13. Los párrafos traducidos literalmente, donde habla el adversario mismo, están impresos en la letra cursiva.

14. Por los demás, hemos numerado los párrafos en que ha podido dividirse nuestra exposición. No lo hemos hecho aquí ni tampoco en el Esbozo de la teoría de los colores, con el fin de dar a la obra una apariencia de consecuencia superior, sino con el único próposito de facilitar la referencia, lo que sin duda conviene a amigos y enemigos por igual. En lo sucesivo, al citar el Esbozo de la teoría de los colores, antepondremos una E al número del párrafo respectivo.

Digresión

15. Lo que antecede estaba escrito y lo que sigue en su mayor parte, cuando se planteó la cuestión de si no era conveniente señalar con pocas palabras en qué la teoría sostenida por nosotros se diferencia de la que, formulada por Newton, se ha generalizado en el mundo culto e inculto.

16. Señalaremos, ante todo, que el concepto sostenido por nosotros no es nuestro ni es expuesto aquí como una teoría nueva. Compruébanse huellas diversas de él en tiempos pasados; más aún, se ha mantenido vivo durante centurias a través de la confusión de creencias encontradas y ha hallado expresión de tanto en tanto, según nos enseña la historia.

17. Afirma Newton que toda luz blanca incolora, particularmente la luz solar, se compone en realidad de distintas luces coloreadas (que suscitan la sensación de color), cuya composición determina la luz blanca (la sensación de luz blanca).

18. Para que se manifiesten estas luces, Newton opone a la luz blanca diversas condiciones: cuerpos transparentes que desvían la luz, cuerpos opacos que la reflejan y otros cuyo contorno ella pasa rasando. Pero no se contenta ahí, sino que da a los medios refringentes toda clase de configuraciones, dispone de diversos modos el espacio en que opera, hace pasar la luz por pequeños orificios y rendijas angostas y la acosa en mil formas. Todas estas condiciones, según él, no tienen otra influencia más que la de potenciar las propiedades y cualidades (fits) de la luz, así que su esencia queda al descubierto.

19. Las citadas luces coloreadas son las partes integrantes de la luz blanca, tal como la concibe Newton. Todas las operaciones que consigna no le agregan nada ni le quitan nada, sino que tan sólo ponen de manifiesto sus propiedades y su contenido. Como en la refracción la luz blanca muestra diferentes colores, es, a estar a Newton, diferentemente refrangible; dado que en la reflexión también exhibe colores, es, según él, diferentemente reflexible, y así sucesivamente. Todo nuevo fenómeno sugiere una nueva aptitud de la luz para revelar su esencia.

20. La teoría que nosotros preconizamos y de la que aquí sólo hablamos, en tanto que se opone a la newtoniana, también se ocupa de la luz blanca; ella también recurre a condiciones exteriores para producir fenómenos cromáticos. Pero reconoce a estas condiciones valor y jerarquía. No pretende extraer colores de la luz, sino que quiere demostrarnos que el color es determinado a la vez por la luz y por lo que se opone a ella.

21. Considerando la refracción, que es el fenómeno de que Newton trata primordialmente en su *Óptica,* no es ella la que extrae los colores de la luz; para que se desarrolle el fenómeno cromático, es indispensable la segunda condición de que la refracción actúe sobre una imagen y determine su desplazamiento. Ahora bien, toda imagen presupone contornos; Newton los pasa completamente por alto, sin embargo; más aún, niega su influencia. Nosotros, en cambio, sostenemos que en este caso tienen idéntica influencia la imagen y el medio que la circunda, la parte media clara y la periferia oscura, la acción y la oposición. Todos los experimentos corroboran nuestra tesis, y cuanto más los variamos, más evidente es que estamos en lo cierto. Partiendo de lo simple, suponemos un contraste correlacionado y mediante la unificación de este contraste creamos el mundo de los colores.

22. Newton parece partir de una base más simple, por cuanto quiere atenerse únicamente a la luz; sin embargo, igual que nosotros le opone condiciones, a las cuales niega, empero, toda influencia en el resultado. El carácter monádico y unitario de su teoría es tan sólo aparente. Comienza por situar la unidad en la diversidad que quiere desarrollar, en tanto que nosotros preferimos admitir desde un principio un dualismo y desarrollarla de él.

23. Pasamos ahora a demostrar cómo procede Newton para invertir la realidad de los hechos; es éste el propósito propiamente dicho de la presente parte polémica.

TOMO PRIMERO DE LA *ÓPTICA* DE NEWTON

PRIMERA PARTE

PRIMERA PROPOSICIÓN. PRIMER TEOREMA

Las luces de diferente color son también de refrangibilidad diferente; diferencia que lo es de grado

24. Si nos apresuramos a admitir de buen grado que la obra que consideramos es de una sola pieza, también es cierto que en las primeras palabras de esta proposición inicial, tal como acabamos de transcribirla, toda la teoría ya está ahí como en una cáscara de nuez y que también se evidencia plenamente el método capcioso mediante el cual el autor nos embroma desde la primera hasta la última página. Para darse cuenta cabal de ello, es preciso fijarse bien en cada palabra y frase suya, y recabamos la máxima atención de nuestros lectores, en cambio de la cual se sentirán liberados para siempre del yugo de esta teoría.

25. *Las luces...* —Este plural señala de entrada el carácter capcioso que tiene toda la obra de Newton. ¡Las luces! ¿Y qué luces?

de diferente color... —En el primer experimento y el segundo, con que el autor pretende probar su tesis, nos presenta papeles coloreados y las sensaciones que éstos suscitan en nuestra retina las define como luces. He aquí, evidentemente, una definición hipotética; pues el órgano visual común sólo observa que la luz revela distintas propiedades de las superficies, sin que sea permitido suponer que lo que éstas reflejan pueda ser considerado como luces diferentes.

En una palabra, se nos presentan luces coloreadas antes de que se nos haya hablado de una luz incolora. Estamos confrontados desde ahora con luces coloreadas y recién más tarde se nos ofrece una explicación de cómo y dónde se originan. Que aquí no puede ser cuestión de luces es evidente para todo el que se haya compenetrado del Esbozo de la teoría de los colores. Pues hemos demostrado claramente que todo color reconoce como origen una luz y una no luz; que tiende decididamente hacia lo oscuro, y que si teñimos, de cualquier manera que sea, un objeto claro, dicho objeto no aparece iluminado, sino sombreado. Con tal luz-sombra o semioscuridad, Newton inicia muy artificiosamente su exposición y no es de extrañar que en lo sucesivo sepa mantener en la oscuridad o semioscuridad a los que le creen su primer teorema.

26. *son también de refrangibilidad...* —¡He aquí, de pronto, este término abstracto! Claro que ya figura en los axiomas y el díscipulo atento y devoto, entusiasmado con estas maravillas, ya no está en libertad para acoger siquiera con reserva lo que le es presentado.

27. *diferente...* —De modo que la refrangibilidad nos revela un gran secreto. La luz, ese ser que sólo percibimos como una unidad, como un ente de acción simple, nos es descrita ahora como algo compuesto de partes heterogéneas y que obra de diferentes modos.

Admitimos de buen grado que de una unidad puede desarrollarse una diversidad, surgir una diferencia; pero caben muchas modalidades de tal proceso. Limitémonos aquí a señalar dos: primera, que se desarrolla un contraste a través del cual la unidad se manifiesta en dos sentidos diferentes y así es susceptible de producir grandes efectos; segunda, que el desarrollo de la diferencia se opera en una sola serie continua. No se le ocurre a Newton pensar que el primer caso pueda darse en los fenómenos prismáticos, a pesar de que éstos le sugieren con frecuencia esta interpretación, y no tiene inconveniente en optar por el segundo. Y no solamente afirma una refrangibilidad diferente, sino que sostiene que la diferencia lo es de...

28. *de grado...* —Queda definido así, desde un principio, un todo compuesto de partes diferentes, pero de un número infinito de partes, y que sin embargo puede ser descompuesto, pero al mismo tiempo no puede ser descompuesto —un fantasma, que desde hace cien años es venerado por el mundo científico.

29. Si en esta proposición había de hallar expresión una observación empírica, debía formularse como sigue: "Las imágenes de diferente color aparecen diferentemente desplazadas por la refracción". En esta forma quedaría expresado el hecho demostrado por el primer experimento.

30. Aun cuando no deseamos, por cierto, desconcertar de entrada a nuestros lectores por una paradoja, no podemos por menos de afirmar que nada puede probarse, en definitiva, mediante las observaciones y los experimentos. Eso sí, se puede observar detenidamente los fenómenos, llevar a cabo con exactitud los experimentos, consignar las observaciones y los experimentos en un orden determinado, derivar los fenómenos naturales unos de otros, exponer determinado sector del saber y elevar las nociones al plano de la certeza y la totalidad —lo cual se nos antoja bastante. Cada cual saca sus conclusiones; pero no puede probar nada. Todos los conceptos de las cosas atañen al individuo, y sabemos muy bien que las creencias no dependen del conocimiento y la compenetración, sino de la voluntad; que nadie comprende sino lo que le es adecuado y que por ende se aviene a admitir. En el conocimiento no menos que en los actos cabe el papel decisivo al prejuicio, y el prejuicio, como lo indica el término, es un juicio que se anticipa a la dilucidación. Es una afirmación o negación de lo que cuadra con nuestro modo de ser y le repugna, respectivamente; es un impulso vibrante de nuestra personalidad vital a la verdad y la falsedad —a todo cuanto sentimos adecuado a nuestro ser.

31. No pretendemos, pues, demostrar que Newton no tiene razón, pues todas las personas de orientación atomística, todo aquel que se aferre a la tradición y se incline reverente ante los grandes nombres antiguos, todos los indolentes prefieren sin duda aceptar buenamente la primera proposición de Newton, jurar que es cierta, asegurar que todo está verificado y demostrado y renegar de nuestros esfuerzos.

No tenemos inconveniente en confesar que en estos últimos años muchas veces lo hemos renovado de mala gana. Y es que parece un crimen perturbar la fe beata de la escuela newtoniana y aun la confianza ciega que todo el mundo semiculto tiene depositada en dicha escuela. Pues si desde todas las cátedras se enseña y se repite siempre la misma rígida doctrina antigua, los discípulos aprenden de buen grado estas fórmulas concisas y se contentan ahí; y el resto del público asimila la beata creencia, como quien dice, del aire. A este respecto, no resistimos a la tentación de referir aquí la anécdota según la cual tal hombre venturoso, al enterarse un poco de las investigaciones realizadas en tiempos recientes, aseguró que Newton ya había dicho esto, y mucho mejor, por cierto, sólo que no sabía dónde.

32. Hablando, pues, ahora de los experimentos, rogamos a nuestros lectores concentrar toda su atención en el primero, que el autor aventura a modo de salto mortal para llevarnos de un modo inesperado *in medias res,* en forma que si no

ponemos mucha atención quedamos confundidos y perplejos y perdemos de entrada la facultad de juzgar serenamente.

33. Los amigos de las ciencias que se hayan familiarizado debidamente con los experimentos dióptricos subjetivos de la segunda clase se percatarán en seguida de que Newton no procede aquí tal como cuadra al matemático. Pues éste, si quiere demostrar algo, presupone lo más simple y levanta sobre los elementos más fáciles de entender su admirable edificio; Newton, en cambio, toma como punto de partida un experimento subjetivo que no puede ser más complicado, calla su proveniencia, pone buen cuidado en no enfocarlo desde varios ángulos y sorprende la buena fe del incauto discípulo, el cual, una vez que ha tributado su aplauso y ha caído en esta trampa, ya no halla manera de volverse atrás.

En cambio, para aquel que se percate de las verdaderas circunstancias de este primer experimento será fácil eludir también los demás lazos y romper las cadenas a las que lo haya aherrojado la tradición.

Primer experimento

34. *Tomé un papel negro y rígido más largo que ancho, delimitado por lados paralelos, y mediante una raya perpendicular que unía los dos lados anchos lo dividí en dos partes iguales. A continuación pinté una de las dos partes de rojo y la otra de azul. El papel era de un negro intenso, y extendí los colores en una capa gruesa y saturada, para que el fenómeno se destacara con toda la viveza.*

35. Eso del papel negro es una condición superflua; pues si se extiende el rojo y el azul en una capa suficientemente gruesa, el fondo, de cualquier color que sea, no puede traslucir. Mas el que conozca la hipótesis newtoniana sabe muy bien el porqué de esta condición: Newton presupone aquí un fondo negro con tal que a nadie se le ocurra suponer que algo de su pretendida luz subyacente trasluzca a través de los colores. Repetimos que la condición es superflua, y nada dificulta más la comprensión de un fenómeno o experimento que las condiciones superfluas. En el fondo, se trata tan sólo de procurarse dos cuadrados iguales de papel rígido rojo y azul, respectivamente, y ponerlos exactamente el uno al lado del otro.

Si el autor deseaba hacer a continuación una descripción correcta de su experimento, debía puntualizar ante todo lugar y posición de dicho papel bicolor, en vez de echar encima al lector la ardua tarea de ir infiriendo estos datos uno por uno, con el correspondiente riesgo de equivocarse, de la exposición ulterior.

36. *Miré este papel a través de un prisma macizo de vidrio cuyas dos caras atravesadas por la luz eran planas y cuidadosamente pulimentadas y formaban un*

ángulo de unos 60 grados, que denomino el ángulo refringente. Mirando así el papel, alcé el prisma hacia la ventana, en forma que los lados anchos del papel y el prisma quedaban paralelos al horizonte, la raya que separaba los dos colores formaba un ángulo recto con el mismo...

37. En el original inglés se dice "paralelo", en vez de "perpendicular", lo que evidentemente es una errata, pues los lados anchos del papel coloreado y la raya de separación no pueden quedar al mismo tiempo paralelos al horizonte. En la versión latina se dice "perpendicular", término que en sí es correcto, si bien se confunde fácilmente con "vertical", como que no se trata de un plano, sino de una relación espacial. El papel coloreado debe estar en posición horizontal y sus lados angostos deben formar un ángulo recto con el horizonte o, si se quiere, con el alféizar.

38. *...y la luz que desde la ventana caía sobre el papel formaba con éste un ángulo igual a aquel bajo el cual el papel reflejaba la luz en la retina.*

39. ¿Cómo puede decirse que la luz difusa del día, pues al parecer no se trata de la luz solar, forma un ángulo con el papel, toda vez que cae sobre él desde todos lados? Aquí también la condición puesta por el autor es superflua, pues se puede llevar a cabo el experimento lo mismo al lado de la ventana.

40. *Más allá del prisma, el alféizar estaba revestido de paño negro, para evitar que desde allí penetrara luz, pasara rasando los contornos del papel a la retina, y mezclándose allí con la luz reflejada por el papel, perturbara el fenómeno.*

41. ¿Por qué Newton no dice: *más allá del papel coloreado*? Pues éste se halla más próximo a la ventana y el paño negro sólo ha de servir para procurar un fondo oscuro al papel coloreado. Para describir el experimento en forma correcta y exacta debiera decirse: Revístase la parte de la pared que media entre el alféizar y el piso de un paño negro, confecciónese un parelelogramo de cartón, recúbraselo mitad de papel rojo, mitad de papel azul, cuya línea de separación ha de unir los dos lados anchos. Dispóngase este cartón en posición horizontal más o menos a mitad de altura del alféizar revestido de negro, en forma que un observador algo apartado lo vea como sobre fondo negro, sin que pueda verse nada del dispositivo en que está fijado. Sus lados anchos deben quedar paralelos a la pared de la ventana y el observador debe tener en idéntica posición el prisma, a través del cual mira entonces el papel, con el ángulo refringente vuelto primero hacia arriba y después hacia abajo.

Mas tan complicados preparativos sólo quieren decir que se coloca el papel bicolor arriba mencionado sobre un fondo oscuro o se procede a pegar un cuadra-

do rojo y otro azul horizontalmente uno al lado del otro, sobre una lámina de fondo negro y se la tiene delante de sí; pues lo mismo da que dicho fondo negro esté iluminado hasta cierto punto y aparezca, acaso, de un color gris oscuro. En todos los experimentos de Newton se advierte tal afán minucioso de excluir toda luz según él no descompuesta y asegurarles así una especie de pureza —pureza que, según demostraremos más adelante, es tan sólo aparente y no sirve sino para dar lugar a requisitos y condiciones innecesarios.

42. *Una vez dispuestas así la cosas, al volver hacia arriba el ángulo refringente del prisma y quedar el papel coloreado aparentemente desplazado hacia arriba, me di cuenta de que la mitad azul aparecía más elevada a raíz de la refracción que la roja. Y cuando volvía el ángulo refringente hacia abajo, así que el papel aparecía desplazado hacia abajo a raíz de la refracción, la mitad azul lo parecía estar más que la roja...*

43. En nuestro Esbozo de la teoría de los colores hemos hablado detenidamente de los colores dióptricos de la segunda clase, en particular de los experimentos subjetivos; en el capítulo 28, párrafos 258-284, señaladamente, hemos explicado en detalle el fenómeno del desplazamiento por refracción de imágenes coloreadas, señalando que en las imágenes de color no menos que en las incoloras se originan bordes coloreados que corresponden o no al color de la superficie y en el primer caso lo realzan, pero en el segundo lo ensucian y menoscaban. He aquí lo que escapa a la atención de un observador superficial u ofuscado por prejuicios y lo que arrastró también a Newton a la siguiente conclusión precipitada:

44. *...de lo cual se infiere que en ambos casos la luz que desde la mitad azul del papel llega a la retina a través del prisma experimenta en igualdad de condiciones una mayor refracción que la luz proveniente de la mitad roja y por ende es más refrangible que ésta.*

45. Tal es, pues, la piedra angular de la *Óptica* de Newton; tal un experimento que se le antojó al autor tan significativo que lo seleccionó de entre centenares para ponerlo a la cabeza de todas las experiencias cromáticas. Ya más arriba (E. 268) hemos señalado la forma capciosa y charlatanesca cómo fue indicado este experimento; pues el rojo debe ser bermejo y el azul muy oscuro para que el fenómeno engañe en cierto modo. Con el azul claro se hace en seguida patente el engaño. ¿Y por qué no se le ha ocurrido a nadie hacer otra pregunta incómoda para el autor de la *Óptica?* Según la teoría de Newton, el rojo amarillento es el color menos refrangible y el rojo azulado el más refrangible; ¿por qué no usa, pues, un papel violeta, sino uno azul oscuro junto al rojo? Si estuviese en lo cierto, la diferencia de refrangibilidad debería ser mucho más grande entre el rojo amarillento y el violeta que entre el rojo amarillento y el azul. Es que el papel violeta

oculta los bordes prismáticos menos que el azul oscuro, según todo observador puede ahora convencerse fácilmente en base a nuestra exposición detenida; como, por otra parte, todo el que tenga ojos y sesos comprobará con estupor la falta de capacidad de observación y de exactitud que Newton pone de manifiesto en sus experimentos. Hasta cabe decir que nadie habría podido engañar a un hombre dotado de una mente tan extraordinaria como Newton, si éste no se hubiese engañado a sí mismo. Sólo el que conoce el poder del engaño de sí mismo y sabe que linda peligrosamente con la falta de probidad puede explicarse el proceder de Newton y sus adeptos.

46. Señalaremos aun brevemente la figura de Newton, la undécima de su segunda lámina. Está dibujada de una manera confusa desde el punto de vista de la perspectiva y se advierte con ella, por añadidura, algo singularmente capcioso: el cartón bicolor aparece diferenciado en el sentido de la claridad y la oscuridad y la posición perpendicular de su superficie respecto del plano de la ventana está indicada en una forma bastante clara; pero el ojo que mira a través del prisma no ocupa el lugar que le corresponde; debiera hallarse situado en la prolongación de la línea de separación de las dos mitades coloreadas del cartón. Además, el desplazamiento de las imágenes no está indicado de un modo adecuado, pues parece como si estuviesen desplazadas en diagonal, siendo así que sólo aparecen aproximadas al observador o alejadas de él, según cual sea la posición del ángulo refringente. Y hay en la figura otra cosa muy curiosa: las imágenes desplazadas, según la teoría newtoniana diferentemente refractadas, se presentan con limbos que en el original son poco visibles en la parte oscura y muy nítidos en la clara. Si en este experimento no ocurre más que un desplazamiento diferente de dos imágenes, ¿por qué Newton no deja las imágenes encerradas dentro de sus contornos, sino que las agranda y les agrega limbos borrosos? De modo que percibió estos limbos pero no llegó a convencerse de que el fenómeno debía ser atribuido a dichos limbos, y no a una diferencia de refrangibilidad. ¿Por qué no mencionó en el texto estos limbos, que hizo grabar cuidadosamente, bien que no en forma correcta? Sus adeptos contestarán: "Es la luz no descompuesta de que nunca logramos librarnos del todo y que aquí hace de las suyas".

Segundo experimento

47. Corresponde hacer notar que también este experimento, igual que el primero, se basa en un engaño. Mas esta vez juzgamos más conveniente no interrumpir al autor.

48. *Al papel arriba mencionado mitad rojo, mitad azul y rígido como cartón, arrollé varias vueltas de hilo de seda negra, en forma que parecía que a través de la*

superficie coloreada se hubieran trazado rayas negras o que se proyectaran sobre ellas angostas sombras negras. Hubiera podido trazar igual líneas negras a punta de pluma, pero la seda marcaba trazos más finos.

49. *Este papel así coloreado y rayado lo fijé sobre una pared, en forma que un color quedaba a la derecha y el otro a la izquierda. Inmediatamente delante del papel, junto al extremo inferior de la línea de separación de los dos colores, dispuse una luz para iluminar crudamente el papel; pues llevé a cabo el experimento de noche.*

50. *La llama de la vela alcanzaba hasta el borde inferior del papel o un poco más arriba. A seis pies y una o dos pulgadas de distancia del papel fijado sobre la pared dispuse una lente de cristal de cuatro pulgadas y cuarto de ancho, que debía interceptar los rayos provenientes de los distintos puntos del papel y reunirlos en otros tantos puntos en un papel blanco dispuesto a seis pies y una o dos pulgadas de distancia detrás de la lente reproduciendo así la imagen del papel coloreado, del mismo modo que una lente dispuesta sobre la abertura del postigo proyecta las imágenes de los objetos del exterior sobre una hoja de papel blanco que se disponga en el interior del cuarto oscuro.*

51. *El citado papel blanco quedaba perpendicular al horizonte y paralelo a la lente. Lo moví ora acercándolo a la lente, ora alejándolo de ella, para determinar los puntos donde la imagen de la parte roja y la de la parte azul aparecieran más distintamente. Pude determinar fácilmente estos puntos gracias a las rayas negras que había producido arrollando al papel el hilo de seda; pues las imágenes de dichos trazos finos y tenues, que por su negrura aparecían cual sombras proyectadas sobre el color, eran apenas visibles salvo cuando a ambos lados de cada una de estas rayas el color se presentaba nítidamente delimitado. Marqué, pues, con toda exactitud los puntos donde las imágenes de las mitades roja y azul del papel coloreado aparecían más distintamente. Comprobé que allí donde la mitad roja se presentaba clara, la mitad azul aparecía borrosa, al punto que no se alcanzaban a ver apenas las líneas negras trazadas en ella, y viceversa. Entre los dos puntos de máxima distinción de la imagen roja y la azul, respectivamente, mediaba una distancia de una pulgada y media; pues cuando la imagen de la mitad roja se presentaba muy distinta, la distancia entre el papel blanco y la lente superaba en una pulgada y media a la que mediaba entre ellos cuando la mitad azul alcanzaba su máxima nitidez. De lo cual se infiere que no obstante el hecho de que el azul y el rojo caían por igual sobre la lente, el azul era refractado más que el rojo por la lente, así que convergía una pulgada y media antes, y que en consecuencia debía ser más refrangible.*

52. Tras haber escuchado al autor, conocido su dispositivo y tomado nota de lo que cree comprobar por medio de él, vamos a exponer, por grupos, nuestras observaciones acerca de este experimento y tratar de descomponerlo en sus ele-

mentos, que allí es donde ha de residir la ventaja principal de toda controversia con Newton.

53. Nuestras consideraciones se refieren, pues, primero, al modelo; segundo, a la iluminación; tercero, a la lente; cuarto, a la imagen formada, y quinto, a la conclusión sacada de los fenómenos.

54. *1. El modelo.* Antes de continuar empleando el cartón bicolor en que se ha basado ya el primer experimento, corresponde estudiar más detenidamente sus propiedades.

55. Si se pone un papel de color de minio junto a otro de color azul saturado, aquél aparece claro y éste oscuro y, particularmente de noche, casi negro. Si entonces se procede a arrollarles vueltas de hilo negro o trazar sobre ellos rayas negras, es evidente que las líneas negras sobre el fondo rojo claro son perceptibles a simple vista aun a considerable distancia, en tanto que no es posible distinguirlas sobre el fondo azul. Si nos figuramos que dos hombres vestidos el uno de un traje de color escarlata y el otro de uno azul oscuro, ambos con botones negros, se acercan, caminando juntos, al observador, éste distinguirá los botones del traje rojo antes que los del traje azul y recién cuando los dos hombres estén muy cerca de él verá los botones de uno y otro con idéntica nitidez.

56. Conviene, pues, variar ese experimento para compenetrarse de sus verdaderas circunstancias. Si se divide una superficie cuadrada en cuatro cuadrados iguales, se pinta cada uno de ellos de un color diferente, se cubren todos ellos de rayas negras y se los mira a cierta distancia ya a simple vista o a través de unos impertinentes, al variar la distancia se advierte que unos trazos negros son percibidos por la retina antes que otros, no porque los distintos fondos de color tengan propiedades específicas, sino porque unos son más claros que otros. Si con objeto de disipar toda duda que pueda subsistir al respecto se arrollan a los papeles coloreados hilos blancos o se trazan sobre ellos líneas blancas, todo ocurre al revés. Para convencerse plenamente, prescíndase de todo color y repítase el experimento con papeles de color blanco, negro y gris; siempre se comprobará que la causa de la mayor o menor perceptibilidad reside únicamente en el contraste expresado en términos de claridad y oscuridad. Así se infiere también del experimento tal como lo propone Newton.

57. *2. La iluminación.* Se puede iluminar crudamente la imagen mediante una serie de velas encendidas o bien por medio de tres velas colocadas juntas, así que dan, en cierto modo, una sola llama. Se tapa ésta del lado de la lente y durante la observación se hace a un asistente mover la llama lentamente, muy

cerca de la imagen, de un lado para otro, en forma que todas las partes de la misma reciben sucesivamente una iluminación muy viva, que es necesaria para la claridad del experimento.

58. *3. La lente.* Nos vemos obligados, aquí, a entrar ante todo en algunas consideraciones generales, que juzgamos necesarias para alcanzar una comprensión plena del asunto.

59. Toda imagen se reproduce en toda superficie plana opuesta sobre la cual pueda proyectarse rectilíneamente. También aparece en una superficie no plana, donde sus distintas partes son reflejadas exclusivamente por partes individuales de la superficie opuesta. En el caso de la pequeña abertura de la cámara oscura, los objetos exteriores aparecen invertidos sobre una pantalla blanca.

60. En tal reproducción, el espacio intermedio es considerado vacío; el espacio lleno pero transparente desplaza las imágenes. Los fenómenos a que da origen el desplazamiento de las imágenes, sobre todo los cromáticos, son los que aquí atraen primordialmente nuestro interés.

61. Mediante prismas de base triangular y lentes se llevan a cabo los experimentos de que nos ocupamos particularmente.

62. Las lentes son como una concentración de prismas infinitos; las convexas una concentración de prismas colocados dorso contra dorso y las cóncavas una de prismas dispuestos arista contra arista, y en ambos casos concentrados alrededor de un centro de superficies curvas.

63. El prisma común, con el ángulo refringente vuelto hacia abajo, desplaza los objetos en dirección al observador; si el ángulo refringente está dirigido hacia arriba, los objetos aparecen alejados del observador. Si nos imaginamos estas dos operaciones llevadas a cabo en círculo, en el primer caso el prisma estrecha el espacio en torno al observador y en el segundo lo ensancha. De ahí que en el caso subjetivo el vidrio convexo aumenta y el cóncavo reduce, en tanto que en la operación que llamamos objetiva las cosas ocurren al revés.

64. La lente convexa, que es la que aquí nos ocupa, estrecha las imágenes que la atraviesan. La imagen más conspicua es la del Sol; si se la hace pasar por la lente y se la recoge a corta distancia detrás de la misma en una pantalla, se advierte que conforme se aleja la pantalla la imagen se va achicando, hasta que alcanza un punto donde se presenta todo lo pequeña y nítida que pueda hacerlo en función de la lente.

65. Ya con anterioridad estos experimentos dan lugar al desarrollo de un fuerte calor y a la inflamación de la pantalla opuesta, particularmente si ésta es negra. El efecto se produce tanto detrás como delante el punto-imagen del Sol; mas cabe decir que su punto-imagen coincide con el foco más potente.

66. El sol es la imagen más remota que es dable reproducir de día. De ahí que es la primera en aparecer distinta y nítidamente delimitada por la operación de la lente. Para ver distintamente las nubes en la pantalla, es preciso alejarla más. Y conforme se la aleja cada vez más de la lente, se van reproduciendo las montañas y los bosques, las casas y los árboles próximos. Cuando los objetos más próximos recién aparecen achicados en su respectivo punto-imagen, ya la imagen del Sol se ha vuelto a ensanchar considerablemente detrás del suyo. Así nos enseña la experiencia en lo que respecta a la reproducción de los objetos del exterior por medio de lentes.

67. En el experimento que aquí nos ocupa se yuxtaponen unas a otras las superficies diferentemente coloreadas que junto con sus rayas negras han de ser reproducidas detrás de la lente; de modo que si unas alcanzan su máxima nitidez antes que otras, la causa no puede residir en una diferencia de distancia.

68. Newton pretende probar así la diferencia de refrangibilidad. Sin embargo, ya más arriba, al considerar el modelo, hemos señalado que únicamente la diferencia de nitidez de las imágenes dispuestas sobre fondos de coloración diferente es, en definitiva, la causa de la diversidad de los fenómenos que se originan detrás de la lente. Corresponde ahora ahondar en el estudio de esta cuestión.

69. Vamos a describir ante todo el dispositivo que hemos confeccionado para asegurarnos de que nuestro experimento resulte todo lo exacto posible. En el extremo de una armazón dispuesta horizontalmente puede intercalarse el modelo. Delante de éste, en una especie de cavidad, se disponen las luces. La lente está fija en una tabla vertical que puede deslizarse a lo largo de la armazón. Dentro de ésta hay un bastidor móvil en cuyo extremo está colocada verticalmente la pantalla que ha de reproducir el modelo. De este modo se puede desplazar la lente en dirección al modelo o a la pantalla y ésta puede ser acercada o alejada de la lente y del modelo. Las tres partes —modelo, lente y pantalla— son paralelas entre sí. Una vez encontrado el punto más favorable para la observación, un tornillo sirve para fijar el bastidor interior. Este dispositivo es cómodo y eficaz, pues todo se halla combinado y relacionado del modo más exacto. Búscase entonces el punto donde la imagen aparece con toda nitidez moviendo la lente y la pantalla. Una vez encontrado este punto, se da comienzo a la observación.

70. *4. La imagen formada.* Con su cartón rojo y azul, Newton, como de costumbre, nos lleva *in medias res.* Sin embargo, como hemos señalado ya más arriba, hay que variar y analizar el modelo antes de poder formarse una idea de lo que cabe esperar de su imagen formada. Procedemos, pues, como sigue: Reunimos en un cartón cuatro cuadrados —negro, blanco, gris oscuro y gris claro— en uno más grande y los cruzamos de rayas blancas y negras, que ya a simple vista percibimos con mayor o menor nitidez, según cual sea su fondo. Mas, como que el propio Newton llama imágenes a sus rayas negras, ¿por qué no lleva a cabo su experimento a base de imagencitas verdaderas? Dibujamos, pues, en los cuatro cuadrados citados pequeñas imágenes claras y oscuras: cuadrados, discos o bien figuras semejantes a las que exhiben los naipes, y tomamos como modelo el cartón así preparado. Recién ahora estamos en condiciones de considerar lo que cabe esperar de la imagen formada.

71. Toda imagen iluminada por luz artificial aparece menos distinta que cuando se halla expuesta al sol, y aquí tal imagen iluminada por velas ha de atravesar, por añadidura, una lente y sin embargo prestarse para una reproducción suficientemente nítida como para que pueda asentarse en ella una teoría fundamental.

72. Por más que iluminemos crudamente el citado cartón y tratemos de reproducir su imagen con exactitud, a través de la lente, en la pantalla blanca, no resulta más que una imagen apagada; el negro se presenta como un gris oscuro, el blanco como un gris claro, y el gris oscuro y el claro del cartón también son más difíciles de distinguir que a simple vista. Lo mismo se aplica también a las imágenes dibujadas en el cartón; aquellas que forman más fuerte contraste en el sentido de la claridad y oscuridad son también las que se destacan más vivamente; distínguense bien el negro sobre blanco y el blanco sobre negro, en tanto que el blanco y el negro sobre gris aparecen ya más apagados, bien que todavía con regular viveza.

73. Si ahora confeccionamos un modelo a base de cuadrados coloreados yuxtapuestos, debemos tener presente que tenemos que habérnoslas con superficies semisombreadas y que el papel coloreado se comporta, en cierto modo, con el gris. A este respecto hemos de acordarnos que con luz artificial los colores tienen otro aspecto que con luz diurna; el violeta se pone gris, el azul claro se vuelve verdoso y el azul oscuro, casi negro; el amarillo se aproxima al blanco, toda vez que éste tira a amarillo, y el rojo amarillento también se exalta a su manera; de modo que aquí también los colores del lado activo siguen siendo más claros y vistosos que los del lado pasivo. De lo cual se desprende que en este experimento debe cuidarse de que particularmente los colores del lado pasivo sean claros y

vivos, toda vez que la luz artificial les hace perder en intensidad. Si entonces se dibujan en estas superficies coloreadas pequeñas imágenes negras, blancas y grises, se comportan de acuerdo con el principio señalado; se presentan tanto más nítidas cuanto más contrastan, en punto de claridad y oscuridad, con los colores. Lo mismo reza si se dibujan imágenes coloreadas en la superficies negras, blancas y grises, así como en las coloreadas.

74. Hemos variado infatigablemente los modelos con tal de dilucidar plenamente esta cuestión. Pues esto es precisamente lo que distingue al investigador del individuo que se queda boquiabierto ante fenómenos que se le antojan inconexos. Newton, en cambio, siempre se esfuerza por mantener a sus discípulos aferrados a determinadas condiciones, porque las condiciones diferentes no son propicias a su teoría. Cabe, pues, comparar la exposición newtoniana con un decorado escénico pintado en perspectiva en que todas las líneas aparecen convergentes desde un solo ángulo de enfoque. Newton y sus discípulos se oponen a que uno se aparte un poco para echar una mirada a los bastidores abiertos; al mismo tiempo aseguran al espectador que mantienen sujeto en su butaca que se trata de una pared efectivamente cerrada o impenetrable.

75. Hasta aquí, hemos consignado las comprobaciones a que nos ha llevado el estudio detenido del asunto. Es evidente que el engaño nace de la circunstancia de que Newton compara dos superficies coloreadas, una clara y otra oscura, y pretende que la oscura se comporta igual que la clara; que la diferencia existente entre ellas lo es tan sólo de color y no se expresa también en términos de claridad y oscuridad. Lo que nos resulta de todo punto inexplicable es que llegue a afirmar que el negro sobre azul ha sido visible cuando el negro sobre rojo ya no lo era.

76. Hemos dicho que una vez encontrado el lugar donde la pantalla blanca muestra con toda nitidez la imagen reproducida se puede llevarlo un poco hacia adelante o hacia atrás sin que merme perceptiblemente la claridad. Mas si se pasa más allá de este límite las imágenes se vuelven borrosas y una observación más detenida revela que aquellas que forman fuerte contraste con el fondo persisten más tiempo que las que se destacan sólo débilmente. Así, se percibe el blanco sobre negro todavía con bastante nitidez cuando ya se borra el blanco sobre gris, y el negro sobre rojo amarillento es todavía visible cuando ya desaparece el negro sobre índigo; y lo mismo se aplica a los demás colores en todas las condiciones de nuestros modelos. Nunca hemos comprobado el menor indicio de que pueda haber para la imagen reproducida un lugar donde lo que poco se destaca aparece nítido y lo que contrasta mucho con su fondo se presenta poco distinto, de suerte que hemos de considerar y denunciar el aserto newtoniano como basado en un fenómeno arbitrario producto del perjuicio y que sólo ha sido observado con los

ojos del espíritu. Como el aparato es sencillo y los experimentos son fáciles de realizar, otros acaso logren descubrir algo que sirva siquiera para disculpar la actitud de Newton.

77. *5. Conclusión.* Tras haber demostrado la falsedad de las premisas, estamos plenamente justificados, a nuestro entender, en negar de plano la conclusión. Más aún, aprovechamos la oportunidad para llamar la atención del lector sobre un punto importante sobre el cual habrá que volver con frecuencia. Se trata de que la teoría newtoniana prueba demasiado. Pues si fuese cierta, en puridad no podría haber telescopios dióptricos, de los que Newton dijo, en efecto, en base a sus teoremas, que eran imposibles de perfeccionar; más aún, a simple vista los objetos coloreados yuxtapuestos deberían aparecer completamente confusos. Figurémonos, por ejemplo, una casa bañada en la luz solar, con el techo de tejas rojas, las paredes pintadas de amarillo, los postigos verdes y las cortinas azules detrás de las ventanas abiertas, y que de ella sale una mujer ataviada con un vestido de color violeta; si desde alguna distancia, que nos permitiese abarcar el conjunto de una sola mirada, nos fijáramos en el todo con sus partes, y percibiéramos nítidamente las tejas, al dirigir la mirada en seguida a la mujer de ningún modo veríamos distintamente los detalles de su vestido, sino que para tal fin tendríamos que acercarnos, y cuando viéramos distintamente a la mujer, las tejas se nos presentarían como a través de una niebla, y para ver distintamente las demás partes también tendríamos en cada caso que avanzar o retirarnos un poco. Tal sería la realidad si existiese la diferente refrangibilidad postulada por Newton y que pretende haber probado por su sengundo experimento. Lo mismo cabe decir respecto a todos los anteojos, ya sean simples o compuestos, y a la cámara oscura.

78. A este respecto queremos recordar a nuestros lectores también esa caja óptica en cuyo interior se ven a través de una lente, relativamente aumentadas y al mismo tiempo muy nítidas, vistas crudamente iluminadas de ciudades, castillos y plazas. Cabe decir que aquí se trata de una repetición subjetiva del experimento newtoniano, sólo que en un marco de mayor variedad. Si la hipótesis de Newton fuese cierta, sería imposible ver juntos y al mismo tiempo con nitidez el cielo azul, el mar verde, la arboleda verde amarillenta y verde azulada, las casas amarillas, los techos de tejas rojas y el cuadro abigarrado de los carruajes, libreas y paseantes.

79. Hemos de señalar aun algunas otras consecuencias raras que derivan de la teoría newtoniana. Nos referimos a las imágenes negras sobre superficies diferentemente coloreadas, de claridad no muy desigual, y preguntamos si la imagen negra no tiene también derecho a fijar sus contornos tras haber atravesado la lente. Dos imágenes negras sobre fondo rojo y azul, respectivamente, son refractadas por igual, ya que al negro no le es atribuida una diferente refrangibilidad.

Mas si las dos imágenes negras aparecen con idéntica nitidez en la pantalla blanca que las recoge, no concebimos que los fondos rojo y azul puedan disputarles los contornos nítidos. De suerte que una vez más la experiencia práctica corrobora nuestro punto de vista. Y es que conforme uno verifica experimentalmente la teoría newtoniana o medita sobre ella, se hace más patente su falsedad o insuficiencia.

80. Si se va aún más allá y se fija la atención en las imágenes coloreadas sobre fondo coloreado, el experimento y la conclusión sacada de él resultan francamente ridículos; pues nunca podría darse una imagen roja sobre fondo azul y viceversa. Pues cuando al contorno rojo se le antojase ponerse nítido, el azul no tendría ganas, y cuando éste se aviniese al fin, no le convendría a aquél. ¡Vamos, si tal fuese la realidad de los elementos de la teoría de los colores, la Naturaleza habría creado condiciones muy poco adecuadas para la visión, la percepción de los fenómenos visibles!

81. He aquí, pues, la verdad respecto a los dos experimentos a los cuales Newton atribuyó un valor tan grande que como puntuales de su teoría los puso a la cabeza de la obra en cuya elaboración invirtió más de treinta años. Tal es la base de dos experimentos cuya inconsistencia los naturalistas se niegan desde hace una centuria a reconocer, a pesar de que lo que aquí hemos señalado y objetado ha sido expuesto, afirmado y puntualizado ya en muchos escritos.

SEGUNDA PROPOSICIÓN. SEGUNDO TEOREMA

La luz del Sol se compone de rayos de diferente refrangibilidad

82. De modo que tras habernos presentado ya luces coloreadas, que hasta la débil luz de velas saca de las superficies de cuerpos coloreados; tras habernos hablado ya de lo derivado o a derivarse, el autor se vuelve hacia la verdadera fuente, el Sol, esto es, la luz que nos complacemos en considerar primaria.

83. Afirma, pues, el autor, que la luz del Sol se compone de rayos de diferente refrangibilidad. ¿Por qué mencionaa aquí únicamente el Sol? La luz de la Luna, de las estrellas, de cualquier vela, de toda imagen clara sobre fondo oscuro, es susceptible de mostrarnos los fenómenos que aquí se atribuyen con carácter exclusivo al Sol. Aun cuando para los experimentos que hemos denominado objetivos se recurre al Sol en atención a su acción poderosa, ésta es una circunstancia favorable para el experimentador, pero en modo alguno un fenómeno natural en que pueda asentarse una teoría.

84. Por esto, al hablar en nuestro Esbozo de los experimentos dióptricos de la segunda clase, hemos antepuesto los subjetivos, porque ponen claramente de manifiesto que aquí no se trata en absoluto de luz, ni de luces, sino de una imagen y sus contornos; en cuyo respecto el Sol no aventaja en lo más mínimo a ninguna otra imagen, ni aun a la de color gris claro o gris oscuro sobre fondo negro.

85. Mas según la teoría de Newton los colores están contenidos en la luz y han de ser desarrollado de ella. El mismo título de la obra sugiere este fin; ya allí se señalan los *colours of light,* los colores de la luz, como los adeptos de Newton suelen llamarles hasta el día presente. Nada de extraño, pues, que aquí también

se formule este teorema. Veamos ahora cómo el autor se propone demostrar la verdad de su teoría de los colores a base de ocho experimentos, o sea del tercero al décimo, que vamos a analizar ahora uno por uno.

Tercer experimento

86. Aquí no seguimos palabra por palabra la exposición del autor, pues se trata del experimento ampliamente conocido de hacer penetrar la imagen del Sol por una pequeña abertura practicada en el postigo de la ventana en un cuarto oscuro e interceptarla con un prisma dispuesto horizontalmente, con el ángulo refringente vuelto hacia abajo, a lo cual la imagen aparece en la pared opuesta desplazada hacia arriba y ya no incolora y circular, sino alargada y coloreada.

87. Las verdaderas circunstancias de este fenómeno ya son conocidas de todos los que se hayan familiarizado con lo que hemos expuesto acerca de los colores dióptricos de la segunda clase en general y de los objetivos (capítulos 20-24) en particular. Es evidente que el fenómeno tal cual emerge del prisma no es de ninguna manera definitivo, sino que comporta relaciones cada vez nuevas, según que se acerque o se aleje la pantalla en que ha de aparecer. Una vez comprendido este hecho, es ocioso arremeter contra este tercer experimento, y aun contra toda la teoría newtoniana, pues tanto el maestro como sus adeptos presentan el experimento, al que asignan una importancia capital, sobre una base completamente falsa.

88. Pues en flagrante contradicción con la verdad afirma que el fenómeno, tal cual emerge del prisma es definitivo; que se perciben los colores en la imagen alargada en el mismo orden y proporción y que en dicho orden y proporción la imagen, conforme se va alejando la pantalla, se alarga cada vez más, hasta que en el punto donde se les antoja a esos señores fijarla es unas cinco veces más larga que ancha. Tras haber fijado, observado y medido la imagen en dicho punto, sacan en conclusión que si todas las partes de la imagen circular, que llaman el reflejo de un rayo, fuesen igualmente refrangibles, la imagen refractada debiera aparecer igual que antes de la refracción. Como la imagen se presenta alargada, esto es, como unas partes del llamado rayo se rezagan y otras se adelantan, deben ser diferentemente determinables por la refracción y por ende diferentemente refrangibles. Como por otra parte esta imagen no es incolora, sino multicolor y exhibe una serie de colores, infieren que a los presuntos rayos diferentemente refrangibles corresponden también colores específicos.

89. Nos limitamos, por lo pronto, a replicar que todo este razonamiento se asienta en un experimento de base falsa que en la Naturaleza es muy otro que en

el libro, siendo de señalar, ante todo, que la imagen prismática, tal como emerge del prisma, no exhibe de ningún modo una serie continua de colores, sino un fenómeno cromático separado por una luz blanca. Newton y sus adeptos, al no desarrollar este fenómeno tal como correspondía, naturalmente no captaban tampoco su verdadera naturaleza y así acumulaban error sobre error. Llamamos la atención del lector sobre lo que vamos a exponer a continuación.

90. Newton, tras haber medido cuidadosamente el fenómeno y observado toda clase de circunstancias, menos las que corresponden, prosigue:

La luz del orificio practicado en el postigo de la ventana y el espesor del prisma que atraviesan los rayos no influyen perceptiblemente sobre la longitud de la imagen.

91. Estos dos asertos son completamente reñidos con la verdad, pues precisamente el tamaño de la imagen y la abertura del ángulo del prisma utilizado determinan la longitud de la imagen emergente con relación a su ancho.

92. Los lectores que hayan seguido con atención nuestra exposición saben que cuando una imagen clara es desplazada a raíz de una refracción el borde rojo amarillento y el limbo amarillo gravitan hacia adentro de la imagen, el borde azul y el limbo violeta, en cambio, en sentido opuesto a ella. El limbo amarillo nunca puede pasar más allá del borde azul opuesto, con el cual se combina produciendo el verde; y aquí termina, en definitiva, la imagen interior. El limbo violeta, en cambio, avanza sin cesar ensanchándose cada vez más. De modo que si se utiliza una abertura pequeña y se desplaza la imagen luminosa hasta que aparece cinco veces más larga que ancha, éste no es de ninguna manera el largo normal para imágenes de mayor tamaño en igualdad de condiciones. Interpóngase delante del prisma hueco un cartón o una chapa en que se hayan practicado orificios pequeños y grandes, en forma que aparezcan suspendidos de un mismo plano horizontal, y hágase pasar la luz solar por todos estos orificios; las imágenes refractadas por el prisma aparecerán en la pared opuesta, cualquiera que sea la distancia que media entre ésta y el prisma, pero como por sus respectivos puntos más altos están situados en un mismo plano horizontal, en ninguna de dichas imágenes el limbo violeta puede ser más largo que en las demás. Si la imagen es más grande, cambia su relación con este limbo y en consecuencia su largo no supera tantas veces al ancho como en la imagen más pequeña. Se puede llevar a cabo este experimento sin dificultad también subjetivamente pegando sobre una lámina negra, unos al lado de otros, discos blancos de diferente tamaño, pero asentados por sus respectivos puntos más bajos en un mismo plano horizontal, toda vez que el ángulo refringente apunta en general hacia abajo.

93. Por otra parte, que el espesor del prisma, esto es, la abertura de su ángulo refringente influye en el largo de la imagen con relación al ancho es

evidente para todo el que tenga presente lo que hemos esbozado en los párrafos 210 y 324, en el punto tercero, y ampliado en el curso de nuestra exposición, o sea que un desplazamiento más pronunciado de la imagen es una de las condicione principales de una coloración más viva. Como el prisma determina un desplazamiento tanto más pronunciado de las imágenes cuanto más grande es la abertura de su ángulo refringente, varía también, en igualdad de las demás condiciones, el fenómeno cromático. No dudamos de que nuestros lectores se dan ahora cuenta plena de lo que ha de pensarse de este experimento y su valor demostrativo.

Cuarto experimento

94. El observador mira ahora a través del prisma la imagen incidente del Sol, o la abertura iluminada tan sólo por la luz del día, convirtiendo así el experimento precedente objetivo en otro subjetivo. Nada cabe objetar en ello, siempre que dé algún resultado positivo. Pero el observador no reduce tampoco la imagen subjetiva a sus orígenes; sólo se fija en la imagen alargada con su serie de colores, donde la parte violeta resulta asimismo la más larga.

95. Desgraciadamente, el autor nos escamotea aquí también un detalle primordial, o sea el hecho de que el fenómeno es diametralmente opuesto al que hasta aquí percibíamos en la pared. Percatado de esto, cabe preguntar: ¿qué pasaría si la retina tomase el lugar de la pantalla? ¿Percibiría los colores en el orden en que los vemos aparecer en la pantalla o invertidos? ¿Y cómo es esto en un plano general?

96. Ya en los días de Newton se formuló esta pregunta, y hubo quíenes le hicieron frente afirmando que el color que percibía la retina al mirar hacia la pantalla era el complementario del que se proyectaba sobre la pantalla o sobre la retina que tomara el lugar de la pantalla. Newton, como de costumbre, pasó por alto esta objección, en vez de refutarla.

97. La verdad es ésta: las dos imágenes no tienen nada que ver la una con la otra; son dos imágenes totalmente diferentes desplazadas hacia arriba y hacia abajo, respectivamente, y por ende diferentemente coloreadas.

98. Hay diversos medios de convencerse de la coexistencia de estas dos imágenes diferentes, la una objetiva y coloreada hacia arriba y la otra subjetiva y coloreada hacia abajo; pero el más fácil y eficaz es sin duda el siguiente experimento: Hágase pasar la imagen del Sol por una abertura de dos o tres pulgadas practicada en el postigo de la ventana y a través del gran prisma hueco, en forma

que aparece desplazada hacia arriba en un fino papel blanco pegado sobre un bastidor, a una distancia tal que los dos bordes coloreados se hallan aún separados y la parte media se presenta aún blanca, no verde; si se mira esta imagen desde atrás del bastidor, se percibe distintamente el azul y violeta arriba y el rojo amarillento, así como el amarillo, abajo. Si entonces se dirige la visual, rasando el borde del bastidor, a través del prisma, se ve la imagen desplazada hacia abajo de la abertura del postigo inversamente coloreada.

Para poder ver las dos imágenes superpuestas y juntas, se recomienda el siguiente procedimiento: Entúrbiese mediante algunas gotas de espíritu de jabón el agua contenida en el prisma, en forma que la imagen formada en el bastidor de papel no se vuelva borrosa, pero la luz solar queda atenuada al punto que no deslumbra la retina; practíquese entonces, detrás del bastidor, en el papel, allí donde se reproduce la imagen refractada y coloreada un pequeño agujero y mírese a través de él; se percibirá la imagen del Sol, como antes, desplazada hacia abajo. Si se retrocede un poco, siempre que el agujero practicado en el papel sea suficientemente grande, puede verse a un tiempo la imagen objetiva coloreada hacia arriba que se trasluce y la subjetiva que impresiona la retina; más aún, moviendo el papel un poco en sentido vertical es posible hacer coincidir a voluntad los bordes homogéneos y heterogéneos de ambas imágenes. Y al convencerse de la coexistencia de los dos fenómenos, uno se entera al mismo tiempo de su perenne mutabilidad y devenir. Recordamos a este respecto ese experimento singularísimo expuesto en E. 350-354 y aconsejamos a nuestros lectores familiarizarse con él, pues habremos de volver sobre él con frecuencia.

Quinto experimento

99. He aquí otro experimento enfocado por Newton a través de la niebla del prejuicio. No tiene una idea cabal de lo que ve ni de lo que se infiere de su experimento. Mas la observación le es utilísima para los fines de su argumentación y constantemente vuelve sobre ella. Resulta que el espectro, esto es, esa imagen alargada y coloreada del Sol que en el tercer experimento ha sido producida por un prisma horizontal es recogida aquí por un prisma vertical y desplazada por él hacia un lado apareciendo completamente igual que en el caso anterior, sólo que un poco inclinada hacia adelante, en forma que se adelanta la parte violeta.

100. Newton infiere de este fenómeno lo que sigue:

Si la causa del alargamiento de la imagen residiese en la refracción, en el sentido de una dispersión, fragmentación y ensanchamiento de los rayos solares, una segunda refracción habría de determinar otra vez este efecto y la imagen alargada, al ser recogida

en el sentido de su longitud por un segundo prisma dispuesto en posición paralela a su eje, debería sufrir un alargamiento ulterior. Sin embargo, no ocurre tal cosa, sino que la imagen emerge tal cual era antes, sólo que se inclina un poco. De lo cual se infiere que la causa de este fenómeno ha de buscarse en una propiedad de la luz y que esta propiedad, manifestada en tantas luces coloreadas, ya no cede a ninguna otra influencia y el fenómeno no experimenta en lo sucesivo modificación alguna; sólo que a raíz de la segunda refracción la imagen se inclina un poco hacia adelante, pero en una forma muy adecuada a la Naturaleza, por cuanto aquí también preceden los rayos violetas, que son los más refrangibles.

101. Aquí, Newton comete el error, que hemos denunciado ya más arriba y en el cual cae a lo largo de toda su obra, de considerar la imagen prismática definitiva e inmutable, cuando ella es sujeta a perenne desarrollo y modificación. Quien se haya compenetrado de esta diferencia está impuesto de la médula del pleito y no sólo comprenderá nuestras objeciones y asentirá con ellas, sino que las desarrollará por sí mismo. Por otra parte, ya en nuestro Esbozo (205-207) hemos cuidado de dejar claramente establecidas las circunstancias de este fenómeno. Usando prismas de poca abertura de ángulo, por ejemplo de 15 grados, se puede observar distintamente la génesis de la imagen. Si entonces se refracta la imagen subjetivamente por un prisma, en forma que aparece desplazada hacia arriba, se colorea en esta dirección. Mirando a través de otro prisma, que desplaza la imagen hacia un lado, perpendicularmente a la dirección precedente, se la ve colorearse en forma correspondiente. Si se procede, finalmente, a disponer los dos primas en cruz, la imagen, de acuerdo con la ley universal, se desplaza en el sentido de la bisectriz y se colorea en esta dirección, toda vez que en uno y otro caso se trata de una cosa en formación. Pues los bordes y limbos se originan únicamente en el sentido del desplazamiento. Esa imagen doblada de Newton no es de ninguna manera la misma imagen recogida que la segunda refracción hace inclinarse en una reverencia, sino otra nueva, que se colorea en la dirección impuesta a ella. Aconsejamos a nuestros lectores que repasen nuestros párrafos citados para convencerse plenamente.

Preparado así, estúdiese en la propia obra de Newton la pretendida ilustración de este experimento y las figuras y descripciones correspondientes; se descubrirá error tras error y se llegará a la conclusión de que aquella proposición no recibe apoyo alguno por este lado.

102. Dejando por un momento que nuestros lectores se arreglen solos al respecto, hemos de señalar los caminos extraños que el autor piensa recorrer ahora.

103. En el quinto experimento, la imagen prismática aparece no solamente inclinada, sino también alargada. No es muy fácil derivar esto de nuestros elemen-

tos; pues si con objeto de hacer aparecer la imagen en diagonal hemos menester un segundo prisma, es lo mismo que si el fenómeno hubiese sido producido mediante un prisma doble. Como una de las condiciones principales que exige el ensanche del fenómeno es el aumento de espesor del medio (E. 210), también esta imagen aparece desde luego alargada en función del espesor de los primas usados. Encarecemos a nuestros lectores que tengan presente en todo momento esta explicación, pues tratamos de hacer resaltar los artificios a que recurre Newton para lograr su objetivo.

Más arriba hemos expuesto detenidamente las distintas condiciones en que la imagen coloreada originada por la refracción puede ser alargada más y más. También es evidente que como a raíz del alargamiento de la imagen los bordes y limbos coloreados se ensanchan cada vez más y se va aminorando la distancia que separa los opuestos, el alargamiento de la imagen determina una creciente aproximación de sus elementos encontrados. Así lo afirmamos porque es cierto.

Newton, en cambio, tiene que prodigar los experimentos y acumular las ficciones para ofuscar a los que no puede convencer.

Su segunda proposición reza que la luz solar se compone de rayos de diferente refrangibilidad. Cuando estos distintos rayos luminosos y luces son, según él, partes integrantes de la luz solar, se percata de que puede y debe formularse la exigencia de ver estos elementos diferentes también por separado, uno al lado de otro.

Es así que ya Newton explica el fenómeno del tercer experimento, el espectro ordinario, en el sentido de disociar las distintas luces de la luz solar, las imágenes diferentemente coloreadas de la imagen del Sol. Pero de ahí a la separación completa hay todavía largo trecho. Es tarea muy ardua romper, deshacer una serie continua de colores trabados entre sí y que en cierto modo se desarrollan unos de otros. Y sin embargo, en su carta proposición Newton planteará el problema de separar los rayos heterogéneos de la luz compuesta. Como así se pone a sí mismo una tarea imposible, naturalmente debe abocarse temprano a la empresa para poder engañar poco a poco al incauto discípulo. ¡Fíjese el lector cómo procede!

104. *Para comprender cabalmente el sentido de este experimento, téngase en cuenta que los rayos de igual refrangibilidad caen sobre un círculo que corresponde al disco solar, tal como ha sido demostrado en el tercer experimento.*

105. Si hubiese quedado demostrado, nada cabría objetar a ello; pues sería evidente que si las partes provenientes del Sol eran diferentemente refrangibles, algunas se rezagarían y otras se adelantarían a raíz de la refracción, bien que procediesen del mismo disco solar. Sin embargo, ya sabemos que la cosa no es así. Prosigue Newton:

106. *Por círculo entiendo aquí, no un círculo geométrico perfecto, sino cualquier figura circular de largo y ancho iguales y que de todos modos se les aparece a nuestros sentidos como un círculo.*

107. Así procede Newton a lo largo de toda su obra. Primero formula un aserto; pero como éste concuerda sólo aparentemente con la experiencia práctica, se empeña luego en restringir su proposición, hasta que nada queda de ella. Muchas veces ya los adversarios han puesto de relieve este modo de proceder, pero los adeptos no han sido capaces de percatarse de él ni se han avenido a admitirlo.

Véanse las figs. 4, 5, 6, y 7 de nuestra lám. VII. La fig. 4.ª representa el espectro como lo describen, muchas veces en forma harto capciosa, Newton y sus discípulos. La fig. 5.ª es la que pertenece a la presente representación. *Lámina VI*

108. *Refiérase, pues, el círculo superior a los rayos más refrangibles que provienen de todo el disco del sol y se reproducirían en forma correspondiente en la pared opuesta, si estuviesen solos. El círculo inferior asignémoslo a los rayos menos refrangibles, tal como se reproducirían si estuviesen solos. Los círculos intermedios, por su parte, corresponden a los rayos cuya refrangibilidad es intermedia de las dos extremas, y que a su vez se formarían por separado en la pared si proviniesen individualmente del sol y pudiesen reproducirse sucesivamente. Pues bien, ha de suponerse un número infinito de círculos intermedios, que se irían formando en la pared si el sol emitiese sucesivamente la variedad infinita de rayos específicos. Sin embargo, como el sol los emite todos a un tiempo, forzosamente se reproducen en la pared juntos, como innúmeros círculos iguales, de los cuales, situados en una serie continua, con arreglo a los diferentes grados de refrangibilidad, se compone ese fenómeno alargado que he descrito en el tercer experimento.*

109. Dejamos que el lector interesado se entere, acudiendo a la propia obra del autor, de cómo éste recurre a esta exposición hipotética, el jeroglífico de su creencia, no a una imagen de la Naturaleza, para explicar las reverencias de su espectro. Nosotros sólo estamos interesados, por lo pronto, en hacer resaltar la inconsistencia de esta noción. Aquí no se trata en absoluto de círculos enlazados; sólo puede darse una especie de engaño si la imagen refractada es redonda, en cuyo caso los contornos de la imagen coloreada, como la imagen concomitante que es, aparecen circulares, toda vez que en los experimentos prismáticos el avance de las distintas partes de la imagen coloreada siempre tiene lugar en planos paralelos perpendiculares a la línea del avance. Repetimos que aquí no puede ser cuestión de círculos enlazados, ya sean cinco, siete o innúmeros, sino que en los contornos de la imagen se origina un borde rojo que se va transformando en otro amarillo, y un borde azul que se va transformando en otro violeta. Si por el poco

ancho de la imagen o lo pronunciado de la refracción el limbo amarillo alcanza, a través de la imagen negra, el borde rojo amarillento, aparece el color púrpura. Se trata de un fenómeno evidente, incontrovertible.

110. Newton, no contento con disociar sus rayos diferentemente refrangibles, pero en forma que todavía se enlazan sus círculos, pretende separarlos aún más; pues se percata de que se formula lógicamente esta exigencia. En una segunda figura, los presenta, en efecto, separados, pero con las líneas de separación intactas, así que se hallan separados unos de otros y sin embargo en contacto entre sí. La fig. 6.ª de nuestra lámina VII reproduce esta vana separación de los círculos.

111. Es de señalar el párrafo con que el autor pasa al experimento subsiguiente. Había superpuesto dos prismas, hecho pasar por cada uno de ellos una imagen del Sol e interceptado las dos imágenes mediante un prisma vertical, doblándolas hacia un lado. Como este prisma vertical probablemente no fue suficientemente largo para captar dos espectros completos, lo acercó a los dos primas superpuestos obteniendo así, no obstante la refracción, dos imágenes circulares bastante incoloras, fenómeno que ya nos es conocido. Sin embargo, lejos de admitir que se había equivocado, prosiguió tan tranquilo:

112. *Por lo demás, este experimento da exactamente el mismo resultado si se dispone el tercer prisma inmediatamente o a alguna distancia detrás de los primeros dos, en forma que, en el primer caso, la luz, tras haber sido refractada por los primeros dos, es recogida por el tercero presentándose o blanca y redonda o coloreada y alargada.*

113. He aquí, pues, de pronto, una imagen coloreada interceptada y refractada por el prisma que es aún blanca y redonda, después de haber sido presentada hasta aquí alargada, disociada y completamente coloreada. ¿De dónde viene, de pronto, el blanco? ¿Cómo se explica su presencia? Más aún, ¿cómo se concibe, tras todo lo expuesto con anterioridad por el autor, semejante luz? Es éste uno de esos artificios de que está plagada la *Óptica* de Newton. Mediante una frase incidental el autor introduce de pronto una luz refractada y sin embargo blanca, compuesta y sin embargo no disgregada en sus componentes a raíz de la refracción. Nadie se da cuenta de que la aparición de este blanco da por tierra con toda la exposición anterior; que debe arrancarse de otro punto de partida para desentrañar el fenómeno. El autor avanza, como si nada, por el camino por el cual ha tomado y tiene en adelante, amén de la parte media verde el fantasma acabado, otra blanca, aún no coloreada, del fantasma en formación; tiene un fantasma alargado y otro redondo y en adelante manipula alternativamente los dos a su antojo, sin que el mundo, que desde hace cien años acepta buenamente su teoría, se dé cuenta de este juego de manos, sino que por el contrario persigue y maltrata a los que intenten denunciarlo.

Intercala el autor aquí muy habilidosamente esta observación porque en su experimento subsiguiente tiene necesidad de esta parte media blanca para seguir adelante con su prestidigitación.

Sexto experimento

114. Si hasta aquí hemos protestado con viveza cada vez que Newton nos habló de experimentos que parecía haber seleccionado deliberadamente para engañarnos y llevarnos a aceptar buenamente sus tesis, debemos extremar la cautela frente al experimento que indujo a Newton a creer que su explicación era correcta y, en efecto, es el que parece asentarse en una base absolutamente segura. Se trata del llamado *experimentum crucis,* en el que el investigador dio tormento a la Naturaleza para arrancarle la confesión de lo que de antemano él se había puesto en la cabeza. Empero, la Naturaleza semeja a una persona de carácter firme y noble que el sufrimiento más atroz no logra apartar de la verdad. Si en el acta consta otra cosa, el inquisidor ha oído mal y el escribiente puesto por escrito lo que no corresponde. Con tal confesión fraguada se logra acaso desvirtuar los hechos por algún tiempo, pero tarde o temprano se presentará quíen acuda en defensa de la inocencia ultrajada; servicio que nosotros nos aprontamos ahora a prestar a nuestra amiga. Vemos primero cómo procede Newton.

115. *Practiqué en el medio de dos tablas delgadas sendos agujeros circulares de 1/3 pulgada y en el postigo de la ventana otro mucho más grande. Por este último hice penetrar un ancho rayo de sol en un cuarto oscuro, dispuse detrás del postigo un prisma para interceptar el rayo, con objeto de que apareciera refractado en la pared opuesta, y a corta distancia detrás del prisma coloqué una de las tablas, en forma que la parte media de la luz refractada pasaba por el pequeño agujero y el resto era interceptado por el borde.*

116. Procede aquí Newton como de costumbre; indica condiciones, pero no la razón de las mismas. ¿Por qué el agujero practicado en el postigo es, de pronto, grande?, ¿como probablemente también el prisma, aun cuando el autor nada dice al respecto? Es que la abertura grande determina una imagen grande, y una imagen grande se forma aun después de la refracción con la parte media blanca en una pantalla dispuesta a corta distancia detrás del prisma. Aquí entra en juego, pues, la parte media blanca introducida artificiosamente al final del experimento precedente (112). Con ella opera en adelante el autor. Pero, ¿por qué no admite que es blanca?; ¿por qué deja que se adivine tan importante detalle? Será porque toda su teoría se viene abajo una vez establecida esta circunstancia.

117. *A doce pies de distancia de la primera tabla sujeté entonces la segunda, en forma que la parte media de la luz refractada que pasaba por el agujero de la primera tabla atravesaba también el de la segunda, en tanto que la parte restante, interceptada por la superficie de la tabla, reproducía en ella el espectro coloreado del sol.*

118. Se nos presenta, pues, aquí otra vez una parte media de la luz refractada, y esta parte media evidentemente es verde, pues lo demás debe representar la imagen coloreada. De modo que se nos habla de dos partes medias, una incolora y otra verde, dentro y a base de las cuales operamos a antojo, sin que se nos explique para nada la diferencia, y eso que se trata de un hecho de la mayor importancia. Quien aquí no se percate del modo de proceder de Newton difícilmente podrá ser convencido jamás de la falacia de su teoría.

119. *Sea F una abertura más bien grande practicada en el postigo de la ventana, a través de la cual la luz solar llega al primer prisma ABC y, refractada, cae sobre la parte media de la pantalla DE. Esta parte media de la luz pasa por la abertura G y cae sobre el centro de la segunda pantalla* de *formando allí la imagen alargada del sol, tal como la hemos descrito en ocasión del tercer experimento.*

120. La primera vez, pues, como hemos señalado ya más arriba, la parte media es blanca, circunstancia que una vez más no es mencionada por el autor. ¿Cómo, entonces, esa parte blanca que llega a la pantalla DE, al pasar por la abertura G, produce en la segunta tabla *de* una imagen totalmente coloreada? A esta pregunta debería responderse evidentemente: es el resultado de la limitación que la imagen luminosa sufre luego de la refracción en la pequeña abertura G. Pero esta respuesta implicaría la admisión de que el fenómeno cromático a que da lugar el prisma presupone una limitación, lo que el autor se propone, sin embargo, negar categóricamente en la segunda parte de su *Óptica.* Newton se ve obligado a pasar por alto estas condiciones indispensables; tiene que escamotear la realidad al lector, al discípulo, para que no les asalten las dudas. Es un hecho incontrovertible que tanto por la acción del contorno de la primera abertura como por la del contorno de la segunda se originan limbos coloreados, los cuales, como la segunda abertura es suficientemente pequeña, no tardan, conforme se ensanchan, en superponerse dando origen a la imagen totalmente coloreada. Dispuesto así el experimento, Newton hace las deducciones adecuadas a sus fines.

121. *Moviendo el primer prisma ABC lentamente sobre su eje se puede desplazar esa imagen coloreada a voluntad hacia arriba y hacia abajo sobre la pantalla* de, y, *si se practica en ésta también una abertura* g, *hacer pasar por ella una por una, en su orden, las distintas partes coloreadas de dicha imagen. Esta luz coloreada pasada por la abertura la intercepté mediante un segundo prisma* abc *dispuesto detrás de la segunda*

abertura g, *así que fue desplazada de nuevo hacia arriba a raíz de la refracción. Luego marqué en la pantalla colocada enfrente los dos sitios M y N sobre los que caían las distintas luces coloreadas y comprobé que si las dos pantallas y el segundo prisma permanecían fijos, en tanto que se hacía girar el primer prisma alrededor de su eje, dichos dos sitios cambiaban continuamente de lugar. Pues si la parte inferior de la imagen formada en la pantalla* de *atravesaba la abertura* g, *caía sobre el sitio inferior M de la pantalla, en cambio si se hacía pasar la parte superior de la misma luz por la abertura* g, *dicha parte llegaba al sitio superior N de la pantalla, y si pasaba una parte media, ésta iba a parar al lugar intermedio entre M y N, siendo de señalar, que, como la posición de las aberturas practicadas en las pantallas no se modificaba, el ángulo bajo el cual los rayos incidían sobre el segundo prisma era en todos los casos el mismo. Sin embargo, a pesar de ser idéntico el ángulo de incidencia, unos rayos sufrían una refracción más pronunciada que otros, siendo aquellos que en el primer prisma habían experimentado una desviación mayor a causa de haber sido refractados más los que también en el segundo prisma resultaban refractados en mayor grado que los demás. Como se advertía cierta regla y regularidad en dicho fenómeno, es evidente que unos rayos son más refrangibles que otros.*

122. El propio Newton explica por qué en este experimento se vale de dos tablas agujereadas; se propone, así, demostrar que por más que el primer prisma cambie de lugar, el ángulo bajo el cual los rayos inciden sobre el segundo, es siempre el mismo. Pasa por alto o nos oculta, sin embargo, la circunstancia, señalada ya más arriba por nosotros, de que la imagen coloreada se origina recién detrás del agujero de la primera tabla y que sus distintas partes, al pasar por el agujero de la segunda, después de todo inciden bajo un ángulo diferente sobre el segundo prisma.

123. Pero, a diferencia de varios de los adversarios de Newton, nosotros no atribuimos a la incidencia particular importancia en estos experimentos; sólo mencionamos esta circunstancia para demostrar que aquí, como en otros experimentos, no hay que complicar demasiado las cosas. En el presente caso las dos tablas dificultan el experimento, pues dan una imagen más pequeña y débil, que no permite una observación cómoda y exacta; y si bien se produce, finalmente, el resultado, a causa de lo complicado del dispositivo muchas veces no se presenta con la claridad necesaria.

124. Tratamos, pues, de dilucidar el fenómeno, que no negamos, por otro medio, para relacionar tanto él como el resultado del experimento que consignamos a continuación con nuestras observaciones expuestas más arriba. Recabamos la máxima atención de nuestros lectores, pues se trata de la médula de todo el pleito, de la cuestión crucial en que la teoría newtoniana o demuestra su valor o se hunde irremisiblemente.

125. Son ya harto conocidas de nuestros lectores las diversas condiciones en que se alarga la imagen prismática, en lo que respecta a los casos subjetivos y objetivos (E. 210-324). Cabe resumirlas, en general, en una condición capital: el desplazamiento progresivo de la imagen.

126. Si la imagen que ha atravesado el primer prisma y en la pantalla se ha presentado coloreada pasa toda entera, con todas sus partes, en el mismo sentido, por un segundo prisma y sufre una nueva refracción, queda a la vez desplazada hacia arriba y alargada. ¿Y qué significa el alargamiento de la imagen? Significa que aumentan las distintas que separan entre sí los distintos colores; que éstos se ensanchan en determinadas proporciones.

127. Como al quedar desplazada la imagen clara el borde rojo amarillento no avanza con el mismo ritmo que el limbo violeta que le precede, en puridad éste se aleja de aquél. Mídase todo el espectro determinado por el primer espectro; en caso que tenga, por ejemplo, tres pulgadas de largo y que el centro del color rojo amarillento diste dos pulgadas del centro del color violeta, si todo este espectro es refractado de nuevo por el segundo prisma su largo aumentará hasta nueve pulgadas y en forma correspondiente aumentará la distancia entre el centro del color rojo amarillento y el del violeta.

128. Lo que se aplica a la imagen entera, se aplica también a sus partes integrantes. Si se recoge en una pantalla agujereada la imagen coloreada determinada por el primer prisma y a continuación se deja caer el fenómeno compuesto de distintas imágenes coloreadas sobre la pantalla blanca, dichas imágenes individuales, que no son sino un espectro completo fragmentado, ocupan el mismo lugar que antes habían ocupado respecto al todo.

129. Si se intercepta esta imagen fragmentada inmediatamente detrás de la pantalla agujereada mediante un prisma refractándola de nuevo, las distintas imágenes, al desplazarse más hacia arriba, modifican sus respectivas distancias y particularmente el violeta, por ser el limbo adelantado, se ensacha más que los demás colores. Mas en definitiva se opera un alargamiento de toda la imagen, de la que en este último caso no se perciben sino sus partes integrantes.

130. El dispositivo newtoniano no pone esto de manifiesto con toda claridad, pero la causa y el efecto son los mismos; por más que Newton haga pasar las imágenes individualmente por el segundo prisma moviendo el primero, se trata, en definitiva, de las partes integrantes de la imagen coloreada entera, que se comportan como tales.

131. No se trata, pues, aquí, de diferencia de refrangibilidad, sino tan sólo de refracción repetida, de desplazamiento repetido, de alargamiento ulterior.

132. Para convencerse plenamente de esto, hágase el experimento a base de una imagen oscura, donde se adelanta el limbo amarillo y se rezaga el borde azul. Aquí, todo lo que se ha dicho de la parte violeta se aplica a la amarilla, y todo lo que se ha expuesto acerca de la roja amarillenta reza también para la azul. Quien haya observado y considerado esta circunstancia no puede atribuir a este experimento principal la importancia que se le ha querido asignar.

133. Queremos señalar aun el procedimiento capcioso de Newton (121) al afirmar que a raíz de la segunda refracción la imagencita roja pasaba (en inglés *went*, en latín *pergebat)* a la parte inferior de la pantalla y la violeta a la parte superior. Pues la cosa no es así; tanto la parte roja amarillenta como la violeta suben como consecuencia de la segunda refracción, sólo que ésta se aleja de aquélla en la medida en que la imagen se habría ensanchado si hubiese sido refractada toda entera, no en sus partes.

134. Si este experimento no revela, pues, nada ni prueba nada, ni siquiera necesita ser derivado o explicado, sino que se reduce a un fenómeno ya conocido; si se trata, en definitiva, de una cuestión que puede ser resuelta fácilmente en base a lo que hemos expuesto en nuestro Esbozo, pudiera preguntarse en son de reproche por qué no hemos considerado de entrada este presunto experimento fundamental y demostrado la inconsistencia de las deducciones hechas de él, en vez de seguir paso por paso la exposición de Newton y acompañarlo por sus tortuosos caminos. Nuestra respuesta es que cuando se trata de extirpar un prejuicio inveterado no es suficiente limitarse a señalar el concepto fundamental. No basta con demostrar que la casa está ruinosa e inhabitable —pues podría ser apuntalada y puesta precariamente en condiciones de habitabilidad; no basta siquiera con demolerla; es preciso remover los escombros, despejar y nivelar el solar. Hecho esto, acaso se presente quien esté dispuesto a levantar en él una nueva y sólida casa.

135. En este sentido continuamos a variar los experimentos. Para dar gran relieve al fenómeno de que aquí se trata, se recurre con ventaja al siguiente procedimiento: Júntense dos prismas iguales y póngase frente a ellos una pantalla en que se han practicado en un mismo plano horizontal dos agujeritos circulares algo distanciados entre sí; si se hace pasar por uno de los agujeritos la parte roja amarillenta emergente de uno de los dos primas y por el otro la parte violeta emergente del otro prisma y se recoge las imágenes diferentemente coloreadas en una pantalla blanca dispuesta detrás de los prismas, se las verá la una al lado de

la otra en un mismo plano horizontal. Si entonces se echa mano de un prisma suficientemente grande y largo para captar las dos imágenes y se lo coloca horizontalmente a corta distancia detrás de la pantalla agujereada, refractando una segunda vez las dos imágenes, así que se forman de nuevo en la pantalla blanca, una y otra aparecen desplazadas hacia arriba, pero la violeta mucho más alto que la roja amarillenta. Más arriba hemos explicado la causa de dicho fenómeno. Recomendamos este experimento a todos los newtonianos que queden para que asombren a sus díscipulos y robustezcan su fe en la infalibilidad del maestro. En cambio quíen haya seguido con atención serena nuestra exposición se dará cuenta de que aquí no ocurre con partes individuales sino lo que ocurriría con dos imágenes enteras, formadas a diferente altura, si sufriesen una segunda refracción; experimento éste que puede llevarse a cabo fácilmente con un gran prisma hueco.

136. Hemos de señalar, por lo demás, otra circunstancia, de que habrá de hablarse particularmente en ocasión del experimento subsiguiente y que concurre también en el presente, si bien aquí juega un papel más bien secundario. Resulta que cabe considerar las imágenes determinadas por la acción prismática objetiva como sujetas a constante desarrollo y cambio, como lo hemos hecho en todo momento. No es posible operar con ellas, sin modificarlas. Mas también es posible, como lo hace particularmente Newton, nosotros en cambio lo hacemos sólo en escala reducidísima y por un solo momento, considerarlas definitivas y operar con ellas.

137. Si reputamos definitivas las imágenes individuales pasadas por una pantalla agujereada, operamos con ellas y las desplazamos a raíz de una segunda refracción, ha de pasar lo que hemos expuesto en en plano general acerca del desplazamiento de las imágenes coloreadas: deben aparecer en ellas nuevamente bordes y limbos, pero que son realzados o menoscabados, según el caso, por el color de la imagen. Para convencerse de ello, basta con hacer pasar la parte amarilla de la imagen por un agujero practicado en la tabla y luego refractarla de nuevo detrás de la misma.

Séptimo experimento

138. Aquí, Newton hace pasar dos espectros al cuarto oscuro a través de dos primas colocados el uno al lado del otro. En una estrecha tira de papel horizontal va a caer entonces el rojo de uno de los dos espectros y, junto a él, el violeta del otro. A continuación Newton observa a través de un segundo prisma esta tira de papel dos veces coloreada prismáticamente y encuentra el papel como deshecho; pues el azul formado en la tira queda ahora en un plano mucho más bajo que el

rojo. Naturalmente que el obserador mira a través de un prisma cuyo ángulo refringente está dirigido hacia abajo.

139. Como se ve, Newton se propone aquí repetir el primer experimento, pero esta vez no a base de colores físicos, sino de superficies que aparentemente han tomado una coloración. Bien mirado, el presente dispositivo es muy distinto de aquél, y vamos a tratar una vez más de representar el fenómeno, que no negamos, por diversos medios, derivarlo de nuestras fuentes y poner de relieve lo fútil de la explicación newtoniona.

140. Podemos emplear aquí el dispositivo a base de dos prismas colocados el uno al lado del otro (135). Hacemos caer la pequeña imagen roja y la violeta juntas sobre la pantalla blanca colocada detrás de los prismas, en forma que aparecen en un mismo plano horizontal; si entonces miramos dicha pantalla a través del prisma horizontal, con el ángulo refringente dirigido hacia abajo, la vemos desplazada con arreglo a la ley conocida, pero al mismo tiempo comprobamos la circunstancia significativa de que la imagen roja sólo se desplaza en tanto que se desplazada la pantalla y no cambia de lugar en la misma. Con la imagen violeta no ocurre lo mismo; ésta cambia de lugar desplazándose mucho más abajo, así que ella y la roja ya no se hallan en un mismo plano horizontal.

141. Si también en adelante los newtonianos logran encerrar la teoría de los colores en el cuarto oscuro, manejar a sus discípulos con una autoridad prepotente y prohibirles la menor observación libre, les recomendamos también este experimento, por lo sorprendente e imponente. A nosotros nos interesa dilucidar las circunstancias del fenómeno en su totalidad y relacionar los resultados de este experimento con las comprobaciones a que ha llevado el precedente.

142. Aquí, Newton combina por primera vez los experimentos objetivos con los subjetivos. Habría hecho bien, por consiguiente, en establecer y exponer primero el experimento básico (E. 350-356), que con el desatino característico de todo su proceder menciona sólo mucho más tarde, cuando el fenómeno, lejos de facilitar la compresión del asunto, es susceptible de ser una fuente de renovada confusión. Partimos del supuesto de que todo el mundo haya presenciado este experimento y que todos los interesados estén en condiciones de repetirlo cada vez que haya sol.

143. En ese experimento la imagen coloreada alargada es desplazada hacia arriba en la pared por la acción de un prisma. A continuación el observador mira la imagen desde muy corta distancia a través de otro prisma completamente igual, con el ángulo refringente dirigido hacia abajo, y la ve poco modificada; pero

conforme retrocede, la imagen no sólo se va corriendo hacia abajo, sino que al mismo tiempo se contrae paulatinamente, en forma que el limbo violeta es cada vez más angosto. Finalmente, la parte media de la imagen aparece blanca y sólo los contornos coloreados. Cuando el observador se halle tan alejado de la pared como el primer prisma, que ha originado la imagen coloreada, ésta se le presenta subjetivamente incolora. Si se aparta aún más, ella se colorea a la inversa hacia abajo. Cuando el observador se haya retirado hasta una distancia doble de la que media entre el primer prisma y la pared, percibe a simple vista la imagen desplazada hacia arriba, y a través del segundo prisma, la imagen corrida hacia abajo coloreada a la inversa y con idéntica intensidad. De lo cual se desprende una vez más que la primera imagen formada en la pared no es de ninguna manera definitiva e inmutable, ni en conjunto ni en sus partes, sino que se presenta específicamente determinada, sí, pero por otra parte determinable, incluso hasta su inversión total.

144. Lo que se aplica a la imagen en su totalidad rige también para sus partes. Recoja el observador la imagen entera, antes de que llegue a la pared, en una pantalla agujereada, colóquese en forma que puede ver simultáneamente la imagen entera interceptada en la pantalla y las distintas imágenes diferentemente coloreadas formadas en la pared, y dé luego comienzo al experimento precedente. Si a través del prisma horizontal mira desde muy corta distancia las distintas imágenes coloreadas formadas unas encima de otras, las ve poco desplazadas de su lugar; en cambio, si se aleja gradualmente comprobará, sorprendido, que la imagen roja sólo se desplaza en la medida en que aparece desplazada la pared, en tanto que las imágenes superiores —la violeta, la azul y la verde— se van corriendo hacia abajo en pos de la imagen roja, hasta que finalmente se combinan con ella, con el resultado de que ella pierde su color, aunque no por completo, y aparece como una imagen individual más bien redonda.

145. En cuanto a la imagen coloreada alargada que se ha formado en la pantalla interpuesta, aparece igualmente contraída; el limbo violeta se ha retirado aparentemente de la abertura sobre la cual se había presentado, los colores azul, verde y amarillo también han desaparecido, y el rojo acaba, a su vez, por quedar anulado, así que la pantalla no exhibe más que una imagen blanca. Si el observador se aleja aún más, esta imagen blanca se colorea a la inversa, como ya se ha expuesto detenidamente (143).

146. Obsérvese ahora lo que pasa en la pared. La imagen rojiza que allí ha quedado empieza a teñirse en su extremo superior de un rojo intenso y en el inferior de azul y violeta. En esta inversión, las imágenes desaparecidas de la parte superior no logran restablecerse individualmente; la coloración tiene lugar en la parte inferior que ha quedado, base y médula del todo.

147. Quien se haya familiarizado con estos experimentos análogos comprenderá fácilmente lo que hay con las dos imágenes reunidas en un mismo plano horizontal (140) y su desplazamiento y por qué el violeta se aparta del plano del rojo, sin que pueda hablarse de una diferencia de refrangibilidad. Es que así como todo cuanto rige para la imagen en su totalidad se aplica también a sus partes, lo que reza para dos imágenes dispuestas la una al lado de la otra reza también para sus respectivas partes. Vamos a demostrar esto de un modo aún más circunstanciado y concluyente describiendo y desarollando el dispositivo de Newton.

148. Dispóngase una tira de papel blanco, más o menos del ancho de un dedo, fijada sobre un marco, en el cuarto oscuro, en forma que queda sobre un fondo oscuro, y colóquense juntos dos primas, de tal modo que proyectan sobre dicha tira de papel el color rojo y el violeta, o bien el azul, respectivamente; si entonces se mira el papel a través del prisma, el rojo no desaparece de la tira, sino que se desplaza a la par de ella y hasta se aviva, en tanto que el violeta se corre hacia abajo y como una pseudo-tira, pero claramente perceptible, flota sobre la oscuridad. He aquí otro fenómeno muy conveniente para los que se propongan seguir con los malabarismos a lo Newton.

149. Para beneficio de los que quieran pasar del asombro a la observación razonada indicamos el siguiente dispositivo: Dése a la citada tira de papel sólo el largo necesario para que quepan en ella las mitades de las dos imágenes, en el sentido longitudinal de las mismas, y a las caras laterales del marco sobre el cual va fijada un ancho suficiente como para que puedan formarse en ellas las otras dos mitades. Se ven, pues, simultáneamente las dos imágenes, con todas sus gradaciones, la una más alta que la otra, a ambos lados del marco. También se ven en la tira de papel, a voluntad, partes individuales de ambas, por ejemplo el rojo amarillento y el rojo azulado. Llévese a cabo, entonces, ese experimento. Si se mira a través del prisma este dispositivo, es dable comprobar a un tiempo la modificación de las imágenes enteras y la de las partes: la imagen superior, que comunica a la tira de papel el color rojo, se contrae, sin que el rojo desaparezca del marco ni de la tira; en cambio la imagen inferior, que comunica a la tira el color violeta, no puede contraerse sin que el violeta se retire del marco y por ende también del papel. En el marco se percibe todavía su relación con los demás colores, pero al lado de él la parte que se corre hacia abajo retirándose del papel aparece como suspendida en el aire; pues el fondo oscuro es para ella del mismo modo una pantalla que lo es el marco para la imagen objetiva proyectada sobre él y que en él se modifica. Resalta esto claramente de la circunstancia de que la tira coloreada aislada que se corre hacia abajo siempre marcha al paso con el color que le corresponde en la mitad de espectro contigua; se sitúa con ella en un mismo plano horizontal, se corre hacia abajo a la par de ella y finalmente, desaparecida ella, desaparece a su vez.

150. Comprendido esto, también se sabrá derivar y explicar los experimentos que Newton agrega a su séptimo experimento, sin numerarlos. Vamos a considerarlos detenidamente.

151. Recuérdese ante todo el quinto experimento, en que dos prismas dispuestos en cruz obligaron el espectro a inclinarse en una reverencia; circunstancia con que Newton pretendía demostrarse la diferente refrangibilidad de los distintos rayos, pero que a nuestro entender sólo expresaba una ley natural universal, o sea la acción en el sentido de la bisectriz de dos fuerzas iguales que obran la una perpendicularmente a la otra.

152. Cabe llevar a cabo dicho experimento también combinando el subjetivo con el objetivo, para cuyo fin indicamos el siguiente dispositivo, que facilita tanto este experimento como los siguientes. Si se proyecta la imagen alargada del Sol a través de un prisma vertical lateralmente sobre la pantalla, en forma que los colores van a caer sobre ella unos al lado de otros, y, como de costumbre, se mira a través de un segundo prisma, dispuesto en posición horizontal, el extremo rojo de la imagen permanece en su sitio, en tanto que el violeta cambia aparentemente de lugar en la pantalla corriéndose hacia abajo en diagonal. Tras esta etapa preparatoria, llévense a cabo ahora los dos experimentos propuestos por Newton.

153. VII a. Agréguese al prisma vertical indicado por nosotros otro igualmente vertical, de modo tal que se forman *en un mismo plano* dos imágenes coloreadas alargadas, y mírense estas dos imágenes a través de un prisma horizontal; una y otra se inclinarán en diagonal, en forma que el extremo rojo permanece en su sitio y viene a ser, por así decirlo, el eje alrededor del cual gira la imagen. Lo que ciertamente no prueba sino principios que ya nos son conocidos.

154. VII b. Con todo, es interesante variar este experimento. Si se disponen los dos prismas verticales en forma que las imágenes se superponen, pero en sentido inverso, de modo que el rojo amarillento de la una coincida con el violeta de la otra, y viceversa, y a través del prisma horizontal se miran estas dos imágenes a simple vista superpuestas, se las ve inclinarse en cruz la una sobre la otra porque una y otra se desplazan en diagonal. Éste también es, en definitiva, tan sólo un experimento notable por lo curioso, pues en condiciones más o menos idénticas se da siempre el mismo fenómeno. Lo mismo cabe decir de los dos experimentos subsiguientes.

155. VII c. Si se hacen caer sobre esa tira de papel blanco (148) la parte roja y la violeta de las dos imágenes coloreadas prismáticas, en forma que se superponen, de su combinación nace el color púrpura. Mirando entonces esta tira a través

de un prisma, se ve el violeta desprenderse del rojo amarillento y correrse hacia abajo, el color púrpura desaparecer, pero el rojo amarillento aparentemente fijo en su sitio. Es el mismo fenómeno que más arriba (149) hemos observado en un plano horizontal y nos consta que no prueba la diferencia de refrangibilidad, sino tan sólo la determinabilidad de la imagen cromática.

156. VII d. Colóquense dos pequeños discos de papel sobre un fondo oscuro a corta distancia el uno del otro y hágase caer a través un prisma la parte roja amarillenta del espectro sobre el uno y la parte roja azulada sobre el otro. Si se miran estos dos discos así iluminados a través de un prisma dispuesto en forma que la refracción se opera en dirección al disco rojo, conforme se aleja el observador el violeta se va corriendo hacia el rojo, finalmente lo alcanza y hasta pasa más allá de él. Este fenómeno también lo sabrá producir y explicar fácilmente todo el que se haya familiarizado con los dispositivos descritos hasta aquí.

Todos estos experimentos anexos al séptimo, como también el séptimo mismo, no son más que variaciones de ese experimento básico objetivo y subjetivo (E. 350-356). Pues da igual que se haga contraer la imagen prismática proyectada objetivamente sobre la pared en su totalidad o en parte o se la obligue a correrse en diagonal; da igual que se opere con una sola o varias imágenes prismáticas objetivas, se proceda así con las imágenes en su totalidad o con sus partes, se las disponga y desplace unas al lado de otras, unas encima de otras, enlazadas o parcialmente superpuestas. El fenómeno es siempre el mismo y no prueba más que el hecho de que es posible contraer, anular y colorear inversamente la imagen objetiva producida en un sentido determinado, por ejemplo hacia arriba, mediante una refracción subjetiva que se opera en el sentido opuesto, por ejemplo hacia abajo.

157. De lo cual se desprende que las partes de la imagen coloreada objetivamente originada no se prestan, en definitiva, para los experimentos subjetivos, toda vez que en tal caso el fenómeno se modifica tanto en su totalidad como en sus partes y ni un solo instante dejan de cambiar. Vamos a demostrar mediante un ejemplo lo complicadas que son las circunstancias en que se desenvuelven tales experimentos, con el propósito de ampliar y dejar claramente establecido un fenómeno que hemos señalado ya más arriba.

158. Si esa tira de papel es iluminada en el cuarto oscuro por la parte roja de la imagen y mirada desde escasa distancia a través de un segundo prisma, el color, lejos de retirarse del papel, se aviva notablemente en el extremo superior. ¿Cuál es el origen de este color más vivo? Únicamente la circunstancia de que la tira de papel se presenta ahora como una imagen clara de color rojo que a raíz de la refracción subjetiva se enriquece en el extremo superior con un borde de

idéntico color y en consecuencia queda realzada en su aspecto cromático. Es muy distinta la situación cuando la tira de papel es iluminada por la parte violeta de la imagen; por el efecto subjetivo el color violeta se retira del papel (148, 149), pero no obstante retiene éste una claridad relativa, de modo que en el cuarto oscuro se presenta como una tira blanca sobre fondo negro y se colorea de acuerdo con el principio conocido, en tanto la pseudo-tira violeta corrida hacia abajo aparece también distintamente. Resplandece aquí una vez más la magnífica consecuencia de la Naturaleza, según comprueba sin duda, complacido todo el que haya seguido nuestra exposición didáctica y polémica. Lo mismo cabe decir respecto al experimento VII d.

159. Lo mismo ocurre en el caso arriba consignado (144) en que las distintas imágenes coloreadas que aparecen superpuestas unas a otras son desplazadas subjetivamente hacia abajo. Sólo las sombras violetas cambian de lugar; pero sin que pueda anularse la claridad que han determinado en la pantalla blanca. Esas imágenes claras, incoloras que quedan se colorean entonces con arreglo a las consabidas leyes subjetivas perturbando notablemente el fenómeno para todo el que no esté familiarizado con él.

160. A lo que antecede, particularmente a nuestro párrafo 135°, se refiere el siguiente experimento. Practíquense en el postigo de la ventana en un mismo plano horizontal, a corta distancia uno del otro, dos pequeños agujeros circulares e interpóngase delante de ellos un vidrio azul y otro de color rojo amarillento, respectivamente, a través de los cuales penetra la luz solar, de suerte que, como en aquel caso (135), se obtienen dos imagénes diferentemente coloreadas formadas la una al lado de la otra. Si se las intercepta con un prisma y se las recoge en una pantalla blanca, no se desplazan hacia arriba en forma desigual, sino que permanecen abajo *en un mismo plano horizontal;* empero, bien mirado, se trata de imágenes prismáticas que se hallan bajo la influencia de los vidrios diferentemente coloreados y por tanto se modifican de acuerdo con la teoría de la mezcla y comunicación aparentes.

161. El espectro que atraviesa el vidrio amarillo ha perdido casi por completo su expansión superior violeta, en tanto que el limbo inferior rojo amarillento se presenta con un brillo doble del de antes; el amarillo de la parte media ha quedado exaltado al rojo amarillento y el limbo superior azul ha tomado una coloración verdosa. El espectro que pasa por el vidrio azul, en cambio, retiene sin merma su expansión violeta; el azul es vivo y nítido, el verde se corre hacia abajo y el rojo amarillento cede el lugar a una especie de color púrpura.

162. Si se llevan a cabo los citados dos experimentos en forma simultánea o el uno inmediatamente después del otro, se advierte que Newton hizo mal en

operar indistintamente con los colores físicos mudables y los químicos estables, que por ser de tan diferente naturaleza forzosamente dan resultados diferentes. Juzgamos ocioso entrar aquí en una consideración detenida al respecto.

163. También es muy instructivo aquel experimento objetivo-subjetivo (E. 350-354) a base de las dos imágenes prismáticas diferentemente coloreadas arriba mencionadas. Si a través del prisma se miran los espectros, primero desde corta distancia y después desde una distancia cada vez mayor, como en aquel caso, una y otra imagen, sobre todo la azul, se van contrayendo desde la parte superior y terminan por aparecer totalmente de color rojo amarillento y azul, respectivamente; conforme el observador se aleja aún más, se colorean inversamente.

164. Corresponde, pues, recordar aquí ese dispositivo que hemos descrito más arriba (E. 284): varios cuadrados de vidrio diferentemente coloreados aplicados a un cartón e iluminados por el sol o bien tan sólo por la luz del día. Vamos a indicar minuciosamente lo que se observa cuando se lleva a cabo con ellos el experimento subjetivo mirándolos a través del prisma; máxime como este dispositivo pasará al primer plano cuando se trate de desplazar subjetivamente imáganes coloreadas, al punto que con sólo algunas modificaciones y complementos permitirá prescindir de casi todos los demás dispositivos.

165. Ante todo, verifíquense minuciosamente las dimensiones de los cuadrados que han de ser recortados del cartón, para cerciorarse de que son exactamente iguales. Luego, aplíquense los vidrios coloreados y mírese a través de ellos hacia el cielo gris. El cuadrado amarillo, por ser el más claro, parecerá el más grande (E. 16); el verde y el azul no le quedarán muy en zaga, en tanto el rojo amarillento y el violeta, por ser los más oscuros, aparecerán de tamaño mucho menor. Señalamos de pasada este efecto fisiológico de los colores en función de su grado de claridad y oscuridad, respectivamente, para recalcar la magna consecuencia que rige los fenómenos naturales.

166. Si entonces se miran a través de un prisma estas imágenes dispuestas unas al lado de otras, como están especificadas y químicamente fijadas no se modifican, y menos desaparecen, como las espectrales, sino que persisten tal cual son y sólo se opera el proceso más arriba expuesto que realza o menoscaba, según el caso, los bordes de las imágenes.

167. Aun cuando cada cual puede confeccionar por sí mismo este dispositivo fácil, y no obstante que hemos señalado ya en repetidas oportunidades estos fenómenos, determinada circunstancia nos induce a describirlos aquí en forma breve pero exacta. En la imagen amarilla se percibe distintamente el borde supe-

rior de color rojo subido; el limbo amarillo se va perdiendo en la superficie amarilla; en el borde inferior se origina un verde, mas se ve distintamente el azul, así como un violeta no muy ensanchado. En la verde, todo se presenta más o menos igual, sólo que más atemperado; hay menos amarillo y más azul. En la azul, el borde rojo aparece pardusco y netamente separado; el limbo amarillo da una especie de verde sucio; el borde azul, muy realzado, aparece casi tan grande como la propia imagen y termina con un vivo limbo violeta. Estas tres imágenes —la amarilla, la verde y la azul— parece que se fueran corriendo gradualmente hacia abajo corroborando aparentemente la teoría de la refrangibilidad diferente. Sobreviene aquí, sin embargo, el fenómeno singular del violeta a que nos hemos referido ya más arriba (45). El borde rojo amarillento no es contrario al violeta, pues en los colores aparentes el rojo amarillento y el rojo azulado producen el color púrpura. Como aquí el color del vidrio traslúcido posee un alto grado de pureza, se combina con el borde rojo amarillento que se desarrolla de él, apareciendo una especie de púrpura parduzco. En su extremo superior, el violeta permanece fijo, en tanto que el limbo inferior violeta se corre en forma pronunciada y enérgica hacia abajo. Está demás decir que la imagen roja amarillenta queda realzada en su extremo superior y por consiguiente no cambia de lugar, como también que su límite inferior, a causa de la incompatibilidad, no puede desarrollarse el azul y por ende tampoco el violeta, apareciendo en su lugar una tonalidad sucia.

168. Para variar aún más estos experimentos, péguense imágenes de cartón sobre cristales coloreados. Si se los expone al sol, así que estas imágenes aparecen oscuras sobre fondo coloreado, se observan una vez más los bordes y limbos invertidos y su combinación con el color del vidrio. Por más que se varíe el dispositivo, la inconsistencia de ese primer experimento de Newton y de todos los demás relacionados con él sólo se hará cada vez más patente para el amigo de la verdad, la probidad y la lógica.

Octavo experimento

169. El autor de la *Óptica* hace caer la imagen prismática sobre una hoja impresa y a través de la lente del segundo experimento proyecta el texto cromáticamente iluminado sobre una pantalla blanca, en donde, como también en la hoja, pretende haber percibido las letras iluminadas por luz azul y violeta distintamente más cerca de la lenta y las iluminadas por luz roja más lejos de ella. Ya nos es conocida la conclusión que saca de esta observación, y las verdaderas circunstancias de este experimento, que no es sino una repetición del segundo, sólo que a base de colores aparentes, son evidentes para todo aquel que recuerde lo dicho en

aquella ocasión. Mas se agregan otras circunstancias particulares que aconsejan analizar detenidamente también el presente experimento, según el mismo orden que hemos juzgado conveniente respecto a ese segundo, para que nuestros lectores se den cuenta plena de lo que estos dos experimentos tienen en común y hasta qué punto se diferencian entre sí.

170. *1. El modelo* (54-57). En el presente caso, las letras impresas se sustituyen a los hilos negros; con desventaja por cierto, pues los colores aparentes las cubren en mayor o menor grado. Mas el punto principal, pasado por alto tanto aquí como allá por Newton, es éste: los distintos colores del espectro acusan una claridad diferente. Pues la imagen prismática del Sol se divide en dos mitades, un lado diurno y otro nocturno. El amarillo y el rojo amarillo pertenecen al primero, el azul y el rojo azulado al segundo. La letra impresa se destaca con particular claridad del amarillo, menos claramente del rojo amarillento, que ya es más compacto y oscuro. El rojo azulado es transparente y diluido, pero ilumina poco. El azul, más compacto y denso, vuelve las letras más apagadas, o más propiamente, su turbiedad transforma el negro de las letras en un hermoso azul, por lo cual se destacan menos del fondo. Así como consecuencia de efectos tan diferentes, el texto aparece en unos puntos más distintos que en otros.

171. Aparte de estos efectos inherentes a la imagen producida, el dispositivo de Newton es incómodo en más de un respecto. Por tanto hemos ideado otro, que es como sigue: Recubrimos un bastidor adaptado a nuestra armazón (69) de papel de seda, a lo cual dibujamos en él con tinta china diversos puntos, rayas, etcétera, y volvemos el fondo transparente aplicándole aceite fino. Hacemos uso de esta pantalla en lugar del modelo preparado para el segundo experimento. La imagen prismática es proyectada sobre ella desde atrás, la lente está orientada hacia el interior del cuarto y a debida distancia se halla dispuesta la segunda pantalla en que ha de formarse la imagen reproducida. Este dispositivo comporta grandes ventajas, por cuanto equipara este experimento al segundo, amén de la circunstancia de que los trazos aparecen intensamente negros y no cubiertos por los colores prismáticos.

172. Aquí se nos hace patente, una vez más, que la forma cómo Newton encara sus experimentos es harto censurable; pues por una parte echa mano de cualquier dispositivo que se le ofrece y por otra no se cansa de complicar su procedimiento recurriendo a toda clase de artificios.

173. Además, es de señalar que Newton trata su modelo como si fuese una cosa inmutable, siendo así que es mudable. Naturalmente, es posible mirar la imagen que aquí aparece en el dorso de papel transparente a través de un prisma

opuesto, reducirla así a cero e invertirla. Más adelante veremos cómo la imagen prismática puede ser modificada por medio de lentes; no nos detenemos aquí a estudiar esta cuestión, máxime como para los fines del presente experimento cabe considerar fija la imagen.

174. *2. La iluminación* (57). Los colores aparentes llevan consigo su luz; la llevan dentro de sí y tras de sí. Sin embargo, los distintos puntos de la imagen están diferentemente iluminados, por ser diferente la naturaleza de los colores; de ahí que esa imagen de la hoja impresa se presenta muy desigual y defectuosa. Es que este experimento, como también el segundo, pertenecen en rigor al campo de la cámara oscura. Sabido es que todo objeto que ha de reproducirse en la cámara oscura tiene que estar intensamente iluminado. En el dispositivo newtoniano y el nuestro, sin embargo, los objetos, las letras o los trazos, no están iluminados, sino antes bien sombreados, y como lo están de una manera desigual, se reproducen de un modo desigual en forma de semisombras y medias luces de diferente grado de claridad y oscuridad, respectivamente. Con todo, también en este respecto nuestro dispositivo ofrece grandes ventajas, fáciles de comprobar.

175. *3. La lente* (58-69). Utilizamos la misma lente que hemos empleado para el segundo experimento, como todo el aparato descrito en esa ocasión.

176. *4. La imagen formada* (70-76). Como ya el modelo de Newton es desigual y poco distinto, ¿cómo se quiere que sea nítida la imagen formada? Por lo demás, Newton se avino aquí a hacer una confesión, por la cual, como tantas otras veces, anula el resultado de su experimento; en efecto, si bien al principio afirma haberlo llevado a cabo en verano, en un día de sol radiante, termina por disculparse por no tener la repetición del experimento un éxito completo:

177. *Sin embargo, la luz coloreada del prisma todavía estaba muy compuesta, porque los círculos que he descrito en la figura 2.ª del quinto experimento se enlazaban y la claridad emitida por nubes esplendentes, próximas al sol, se mezclaba con estos colores; como también porque la luz se deshacía en forma irregular por estar pulido el prisma de un modo desparejo. Como consecuencia de todas estas circunstancias, la luz coloreada, como queda dicho, estaba todavía tan compuesta que la claridad proveniente de los colores débiles y oscuros, el azul y el violeta, que caía sobre el papel no permitía observar el fenómeno en condiciones ventajosas.*

178. Por toda su obra prodiga el autor tales reservas y limitaciones. Primero asegura que ha procedido con cuidado sumo; que ha aprovechado los días de sol más radiante, cerrado herméticamente el cuarto y seleccionado prismas de mejor calidad; luego pretende escudarse tras circunstancias accidentales alegando que el

Sol estaba cubierto por nubes y el prisma no resultaba todo lo eficiente que era de desear por estar pulido de una manera despareja, por no decir nada de las luces homogéneas que nunca llegan a serlo; que se peturban y se menoscaban unas a otras, se enlazan, se confunden y nunca son ni pueden ser lo que se quiere que sean. De suerte que más de una vez nos viene a la memoria aquel célebre jefe de cosacos teatral, que hubiera sido un newtoniano magnífico. Pues le cuadraría a la maravilla exclamar con desenfado: —¡Cuando digo círculo, quiero decir lo que no es redondo; cuando digo homogéneo, ha de entenderse todavía compuesto; y cuando digo blanco, a ver si puede significar otra cosa más que sucio!

179. Si ahora pasamos a considerar el fenómeno a nuestra manera, comprobamos que los trazos negros aparecen unos más distintos que otros, no con relación a los colores, sino al mayor o menor grado de claridad de los mismos. El más distinto es el amarillo, seguido en orden de distinción decreciente por el verde, el azul, el rojo amarillento y el rojo azulado; los últimos dos, conforme se aproximan al borde, a la oscuridad, representan los trazos de una manera cada vez más borrosa.

180. Por otra parte, pónese de manifiesto determinado punto donde, como también en el plano que pasa por él en sentido paralelo a la lente, todas las imágenes reproducidas aparecen con toda distinción. Sin embargo, se puede alejar la lente del modelo y acercarla al mismo variando la distancia en casi un pie, sin que la imagen reproducida pierda en nitidez en un grado apreciable.

181. Dentro de este margen operó Newton, y es muy natural que los trazos iluminados por los colores prismáticos más claros sean ya, o todavía, visibles cuando los iluminados, mejor dicho, sombreados por los colores más oscuros desaparecen. Ahora bien, no es cierta, como tampoco lo es en el segundo experimento, la afirmación de Newton en el sentido de que las letras iluminadas por los colores claros se vuelven borrosas cuando las iluminadas por los colores oscuros aparecen distintas y todo cuanto infiere sobre esta base carece de consistencia.

182. *5. Conclusión.* Después de todo lo que hemos expuesto y puntualizado hasta aquí huelga todo comentario ulterior al respecto.

183. Mas antes de abandonar el terreno de estos experimentos queremos mencionar algunos otros que nos ha sugerido esta ocasión. Con objeto de representar con toda nitidez el segundo experimento, reemplazamos el modelo por vidrios diferentemente coloreados, bien iluminados desde atrás, y comprobamos, como era de esperar, que las imágenes oscuras que se destacaban a través de cartón recortado o, de algún modo, de tales cartones se diferenciaban a su vez

entre sí en mayor o menor grado tan sólo en función del grado de claridad y oscuridad, respectivamente, del fondo. Este experimento nos llevó a reemplazar el modelo por cristales de ventana coloreados, con idéntico resultado.

184. Lo cual nos lleva de un modo natural a la linterna mágica, cuyos fenómenos coinciden esencialmente con el segundo experimento y el octavo de Newton; por doquier se pone claramente de manifiesto la verdad de la Naturaleza y de nuestra exposición ajustada a la realidad, así como la falsedad del procedimiento artificioso empleado por Newton.

185. También hemos aprovechado la oportunidad de observar en un día de fiesta, con sol radiante, desde el interior de un cuarto oscuro, a la gente ataviada con sus mejores ropas. Todas la indumentarias abigarradas que se encontraban juntas se destacaban con gran distinción en cuanto las respectivas personas pasaban al punto-imagen o zona contigua; todos los dibujos se presentaban nítidos, aunque alternara tan sólo claridad con oscuridad, o una y otra con color, o bien color con color. Podemos, pues, repetir aquí también que si la teoría newtoniana fuese cierta, toda visión natural y artificial sería imposible.

186. El error principal del autor, pese al empeño puesto en el octabo experimento y en los primeros dos, estriba en que pretende atribuir a las superficies coloreadas, los colores, en tanto que aparecen y obran como masas en el sentido pictórico, una propiedad en virtud de la cual llegan luego de la refracción a puntos específicos, siendo así que no hay punto sin imagen y que la aberración a que da lugar el desplazamiento de la imagen determinado por la refracción se opera únicamente en los contornos, mientras que la parte media de la imagen queda afectada sólo en casos extremos. La diferencia de refrangibilidad es, pues, pura fábula. La verdad es que la refracción no ejerce sobre las imágenes una acción pura, sino que origina imágines dobles, cuya propiedad hemos puntualizado en nuestro Esbozo de la teoría de los colores.

Recapitulación de los primeros ocho experimentos

187. Como hemos llegado a un punto de nuestra caminata polémica donde parece oportuno hacer alto y echar un mirada retrospectiva al camino recorrido, vamos a resumir lo que hemos expuesto hasta aquí y sintetizar con pocas palabras los resultados.

188. Mediante esos ocho experimentos, Newton pretende probar que su teoría, expuesta hasta el hartazgo por otros y por nosotros, es cierta. Hizo cierta-

mente lo que pudo; pues en lo sucesivo ya no ofrece nada de nuevo limitándose a afianzar sus tesis por otros lados. Varía los experimentos y les impone cada vez nuevas condiciones; saca conclusiones de lo que ha expuesto con anterioridad y hasta arremete contra los que no comparten sus opiniones. Pero siempre se mueve dentro de un círculo estrecho acomodando y reacomodando sus pobres trastos. Una vez percatados de lo que valen los ocho experimentos que hemos considerado, poco de lo que sigue nos será desconocido. De ahí que la teoría newtoniana pudo ser expuesta en forma tan concisa en los compendios de la física experimental. Vamos a considerar ahora uno por uno los citados experimentos.

189. En el tercer experimento, el fenómeno principal: el espectro prismático es representado equivocadamente como escala, siendo así que consiste en un contraste que se unifica recién más tarde. El cuarto experimento nos muestra el mismo fenómeno subjetivamente, sin que se nos ofreciera una oportunidad de adquirir una noción más cabal de su naturaleza. En el quinto, la citada imagen se inclina, algo alargada, como consecuencia de una segunda refracción. Hemos explicado detenidamente la causa de esta inclinación y alargamiento.

190. El sexto experimento es el llamado *experimentum crucis.* En otras palabras, tiene por objeto prevenirnos del error y señalar de un modo inmediato el objetivo. Lo que hay con él lo saben los que hayan seguido con atención nuestra exposición. En definitiva, su utilidad es nula, pues no es, en el fondo, sino un *idem per idem.* Si se hace sufrir toda la imagen prismática, en la misma dirección, una segunda refracción, ella se alarga y se modifican las distancias de los distintos colores entre sí. Lo que ocurre así con el todo ocurre también con sus partes; el violeta de la imagen entera avanza mucho más que el rojo, y así también el violeta separado. Tal es la clave de la adivinanza, de cuya solución falsa se ha orgullecido hasta ahora el mundo. En el séptimo experimento se muestran efectos subjetivos similares, que reducimos a sus verdaderos elementos.

191. Si hasta aquí el autor se esfuerza por arrancar las luces coloreadas de la luz solar, ha insinuado ya con anterioridad que también los colores materiales emiten, en el fondo, tales luces coloreadas. Para la demostración de esta tesis estaba destinado el primer experimento, que ponía de manifiesto una diferencia aparente en el desplazamiento de cuadrados diferentemente coloreados sobre fondo oscuro. Hemos puntualizado lo que hay en realidad con este fenómeno y demostrado que éste se debe únicamente a la acción de los bordes y limbos prismáticos de los contornos de las imágenes.

192. En el segundo experimento, se aplicaban a dichas superficies diferentemente coloreadas pequeñas imágenes, las cuales, proyectadas a través de una lente

sobre una pantalla blanca, fijaban en ella, según el autor, a diferente distancia de la pantalla respecto a la lente, sus contornos nítidos. Aquí también hemos expuesto detenidamente las verdaderas circunstancias, como también en ocasión del octavo experimento, el cual, llevado a cabo a base de los colores prismáticos, debía venir en ayuda del segundo y disipar toda duda respecto a él. Creemos, pues, haber demostrado de una manera concluyente el carácter capcioso y erróneo de estos experimentos y la inconsistencia de las conclusiones sacadas de ellos por el autor.

193. Para tal fin, nos hemos remitido una y otra vez a nuestro Esbozo de la teoría de los colores, donde los fenómenos están expuestos en su orden natural. Además, cada vez que Newton introducía algo de improviso para sorprender al lector lo hemos señalado claramente. También hemos tratado de simplificar y variar a un tiempo los experimentos, para que puedan ser enfocados desde el ángulo correcto y desde múltiples ángulos. El propio lector objetivo se encargará de atestiguar lo que por lo demás hemos hecho para lograr nuestro objetivo último.

TERCERA PROPOSICIÓN. TERCER TEOREMA

La luz del Sol se compone de rayos diferentemente reflexibles, y los rayos más refrangibles son también los más reflexibles

194. Tras habernos convencido, a su entender, de que la luz blanca, pura, simple y clara se compone de distintas luces coloreadas y oscuras y ha puesto de manifiesto sus componentes a raíz de la refracción, el autor se pone a pensar si esta operación no puede ser lograda también de otro modo; si en otras condiciones afines no puede obligarse a la luz a revelar su esencia.

195. La refracción está estrechamente relacionada con la reflexión, hasta el punto que siempre va asociada a ella. Siendo así, ¿por qué la reflexión, fenómeno tan poderoso siempre, no habría de imponerse también, en este respecto, a la inocente luz? Como hay una refrangibilidad diferente, sería lindo que hubiese también una reflexibilidad diferente. ¡Y quién sabe cuántas conclusiones ulteriores pueden sacarse de ella! Todo hace suponer que a los ojos del observador avezado el autor fracasará como hasta aquí en su empeño de probar su aserto por los experimentos que se apresta a llevar a cabo, y nos proponemos hacer, por nuestra parte, todo lo posible por hacer resaltar su fracaso.

Noveno experimento

196. Referimos a nuestros lectores a la propia *Óptica* para darse cuenta del modo de proceder del autor; pues no vamos a refutar su argumentación paso por paso, sino que preferimos dilucidar a nuestra manera el fenómeno. Para tal fin,

Lámina VIII

hemos reproducido en nuestra octava lámina la figura 21*a* de la cuarta lámina newtoniana, pero en una representación lineal más adecuada, repitiéndola, además, cinco veces en sus circunstancias cada vez más complejas; así hacemos patente el desarrollo postulado en el experimento y damos al observador una oportunidad de formarse una idea adecuada de la naturaleza del fenómeno. Por lo demás, no hemos cambiado las letras empleadas por Newton, para facilitar la comparación de las láminas.

197. Consideremos ahora la primera figura de nuestra octava lámina. La imagen del Sol penetra por F en el cuarto oscuro, atraviesa el prisma rectangular ABC hasta su base M, desde allí sigue su marcha, siendo refractada y coloreada, y aparece en la forma conocida como imagen alargada G H en la pantalla colocada por debajo. Esta primera figura no nos muestra nada que no nos sea ya conocido.

198. En la segunda figura, la imagen del Sol penetra asimismo por F en el cuarto oscuro, atraviesa el prisma rectangular A B C y se refleja en la base M, de modo tal que emerge de la cara A C del prisma y va a formar en la pantalla colocada por debajo la imagen circular e incolora N. Esta imagen circular, bien que derivada, no experimenta modificación alguna; no está aún cromáticamente determinada.

199. Si se hace caer esta imagen N, como muestra la tercera figura, sobre un segundo prisma, V X Y, al atravesarlo ella se comporta en la misma forma que cualquier imagen común o reflejada en un espejo: forma en la pantalla dispuesta enfrente la imagen alargada y coloreada *pt*.

200. Si se dispone el prisma tal como en los primeros tres casos y con un segundo prisma, V Y X, se intercepta cuidadosamente tan sólo el borde superior de la imagen N, el borde superior *p* de la imagen *pt* aparece en la pantalla opuesta de color azul y violeta, en tanto que el borde inferior *t* se presenta algo más tarde, recién cuando toda la imagen N ha sido interceptada por el prisma V Y X (cuarta figura). Es claro que este experimento puede llevarse a cabo también con una imagen del Sol directa o reflejada en un espejo plano.

201. El craso error que aquí comete el autor estriba en que se persuade a sí mismo y a sus adeptos de que la imagen coloreada G H de la primera figura guarda estrecha relación con la imagen incolora N de la segunda figura, la tercera y la cuarta, cuando en realidad no tiene nada que ver con ella. Pues si la imagen del Sol que en la primera figura llega a M emerge de la cara B C y luego de la refracción forma la imagen coloreada G H, ésta es muy distinta de aquella que en la segunda figura es reflejada de M a N y permanece incolora, hasta que, como

nos prueba la tercera figura, por la acción del segundo prisma se presenta en la pantalla como imagen coloreada *pt,* como si proviniese de una luz directa.

202. Si con un prisma se intercepta en un plano muy inclinado parte de la imagen, como lo muestra la cuarta figura (200), ocurre lo que Newton logra haciendo girar el primer prisma lentamente alrededor de su eje, una de las aparentes sutilezas geniales de él.

203. Que la imagen que pasa por M y forma en la pantalla la imagen G H no tiene nada que ver con la que es reflejada en M y se reproduce sin color en N será ahora evidente para todo el mundo. Ello se hace aún más patente si se observa la trayectoria de las líneas en la quinta figura; se comprueba, entonces, que allí donde la imagen M produce luego de la refracción el borde amarillo y rojo amarillento G, la imagen N origina después de la refracción el borde violeta *p,* y, a la inversa, que allí donde la imagen M determina el borde azul y rojo azulado H, la imagen N, una vez refractada, da origen al borde amarillo y rojo amarillento *t,* lo que es muy natural, toda vez que la imagen del Sol F es desplazada a raíz de la refracción hacia abajo en el primer prisma y la imagen derivada M desplazada hacia arriba. Se trata, pues, de una repetición de un fenómeno que nos es conocido ya hasta el hartazgo y que las sutilezas, artificios e interpretaciones incorrectas de Newton hacen perder de vista al observador y al pensador. Pues en la representación de Newton, en la figura 21*a* de su cuarta lámina, la imagen está indicada como simple raya, porque el autor habla a su antojo ora de la imagen del Sol, ora de la luz o del rayo; sin embargo, precisamente en el presente caso es muy importante que se considere el fenómeno como una imagen, como algo que ocupa determinado espacio. Sería fácil confeccionar un dispositivo que reuniese todos los elementos necesarios, con miras a producir mediante un movimiento suave el fenómeno y hacer resaltar ante los amigos de la verdad el carácter capcioso e inconsistente del experimento newtoniano.

Décimo experimento

204. Aquí también sería necesario refutar mediante algunas figuras y en unas cuantas páginas un experimento que se relaciona estrechamente con el precedente. Mas ya es hora de que dejemos que el lector se convenza por sí mismo. Le entregamos, pues, el texto de Newton y la figura con que se acompaña. Encontrará una exposición detallada y una ilustración que juntas no sirven más que para acrecentar el lastre de condiciones y complicaciones que arrastra el noveno experimento y embrollar la cuestión principal.

205. Hemos puntualizado ya más arriba (201) la verdadera naturaleza del presente problema, así que podemos limitarnos aquí a recalcar que las dos imágenes prismáticas, originadas no guardan entre sí relación alguna, sino que una y otra deben a raíz de la reflexión y del paso por el medio, respectivamente, ser encaradas individualmente, reconocen un origen separado y desaparecen por separado. De modo que la conexión pretendida por Newton se revela como una quimera, como pura fábula.

La recapitulación newtoniana de los primeros diez experimentos

206. Si por nuestra parte hemos estimado necesario y conveniente proceder al cabo de los primeros ocho experimentos a una recapitulación de los mismos, Newton hace lo mismo, a su manera, después del décimo; y nos vemos en el caso de declararnos una vez más en desacuerdo con él. En una parrafada por demás enrevesada, junta y mezcla las cosas más heterogéneas, de modo tal que sólo el conocimiento íntimo de su modo de proceder y la atención más concentrada le permiten a uno eludir la trampa que hace tiempo tiene tendida el autor y en la que aquí se apresta a apresar al incauto. Rogamos, pues, a nuestros lectores que no se impacienten porque vayamos a exponer una vez más, desde otro punto de vista, lo que varias veces ya hemos expuesto; pues para acabar con ese error repetido hasta el hartazgo no hay más remedio que repetir, también hasta la saciedad, la verdad.

207. *Si se comprueba en todos estos variados experimentos, así se opere con luz reflejada, reflejada por cuerpos naturales (exp. 1° y 2°) o por cuerpos reflectantes (exp. 9°),...*

208. Aquí, Newton agrupa bajo el denominador común de la luz reflejada experimentos que no guardan entre sí relación alguna, llevado por su empeño de equiparar la reflexión en punto a categoría y efecto, en lo que se refiere a la producción del fenómeno cromático, a la refracción. La imagen reflectante del noveno experimento obra como cualquier imagen directa y su reflexión no tiene nada que ver con el desarrollo del fenómeno cromático. Los cuerpos naturales coloreados del primer experimento y del segundo obran al respecto de un modo totalmente diferentes. Sus superficies están especificadas; el color está fijado en ellas; la luz reflejada desde esta dirección pone de manifiesto las propiedades específicas de dichos cuerpos. El autor recurre aquí, como ya con anterioridad, al juego de la terminología, para insinuar que los cuerpos naturales reflejan luces coloreadas, extraídas de la luz principal incolora por determinadas propiedades de la superficie, luces que luego sufren, según él, una refracción específica. Sin

embargo, sabemos lo que hay en realidad con este fenómeno y los tres experimentos indicados no nos impresionan ni en su anterior descripción individual incorrecta ni en su presente combinación artificiosa.

209. *...o se opere con luz refractada, ya sea antes de que los rayos diferentemente refractados queden separados a raíz de la dispersión, antes de que queden despojados del blanco que nace de su composición, esto es, antes de que aparezcan individualmente, como colores individuales (exp. 5°),...*

210. Ya en ocasión del quinto experimento hemos denunciado la introducción subrepticia de este punto. Es evidente la confesión que aquí hace Newton. De modo que la refracción de la luz no basta por sí sola para separar los colores, despojarlos de su blanco originario, hacer aparecer los rayos diferentes individualmente, como colores individuales, sino que se requiere aun otra cosa: la dispersión. Pero ¿es que hasta aquí se ha hecho la menor mención de la dispersión? Hasta en el párrafo indicado (112) Newton habla ciertamente de una luz refractada y blanca aún redonda y agrega que es susceptible de aparecer coloreada y alargada, pero no explica cómo lo uno se desarrolla de lo otro. Recién ahora, al recapitular, el muy taimado menciona de paso la dispersión, como si se tratase de una cosa sobreentendida. Pero lejos de derivarse ella lógicamente de su teoría, la destruye. El autor admite, pues, más arriba (112) y aquí que una luz, una imagen luminosa, puede experimentar la refracción y sin embargo no aparecer completamente coloreada. Siendo así, ¿por qué Newton y sus adeptos presentan la refracción y la manifestación cabal de los colores como una y la misma cosa? En todos los compendios, hasta el día presente, se repite que la refracción se acompaña en el prisma mismo con la dispersión completa de todos los llamados rayos. ¿Qué significa, empero, una dispersión que se opera una vez consumada la refracción? Significa la confesión de que no se procede en forma honesta; de que hay que introducir algo que estorba, pero que no puede negarse.

211. También más arriba (112) Newton procede de una manera deshonesta definiendo la imagen luminosa refractada como blanca y redonda, cuando en realidad la parte media se presenta blanca, sí, pero con los bordes coloreados y ya un tanto alargada. Que el fenómeno cromático sólo se desarrolla en los bordes; que estos bordes son divergentes y terminan por superponerse y cubrir toda el área de la imagen; que tal es la esencia del fenómeno, y que este simple hecho echa abajo toda la teoría newtoniana ha sido repetido por nosotros hasta la saciedad. Mas nos apresuramos a hacer aquí una observación que disculpa hasta cierto punto la obstinación de los newtonianos. Resulta que el maestro se dio cuenta plena de las circunstancias que desmentían su teoría y no las calló, sino que tan sólo las disimuló. Pero cuando posteriormente se señalaba a los newtonianos

tal circunstancia reñida con la teoría, aseguraban que el maestro había tenido conocimiento de ella, pero no la había tomado en cuenta teniendo su teoría en todo momento por bien fundada e incontrovertible, de modo que se trataba sin duda de una cosa carente de importancia. Nosotros hacemos una y otra vez hincapié en la confesión de que la refracción no basta por sí sola, sino requiere el concurso de la dispersión, pues habremos de volver repetidas veces sobre ella en el curso de nuestra exposición polémica.

212. *...o una vez que estén separados y aparezcan coloreados (exp. 6°, 7° y 8°);...*

213. Renunciamos a convencer a quien por nuestra exposición detenida no se haya percatado plenamente de que dichos tres experimentos no prueban absolutamente nada.

214. *...o bien se opere con luz que ha atravesado superficies paralelas cuyos efectos se neutralizan (exp. 10°);...*

215. Una imagen del Sol que ha atravesado perpendicularmente superficies paralelas no se modifica apenas y, cuando luego pasa por un prisma, determina exactamente el mismo fenómeno que cualquier imagen directa. El décimo experimento, como tantos otros, sólo sirve para embrollar fenómenos simples; no hace más que acrecentar la masa de lo que debe tener en cuenta el observador y huelga también en la presente recapitulación.

216. *...digo que si se comprueban en todos estos experimentos, sin excepción, rayos que no obstante incidir sobre el medio bajo un mismo ángulo experimentan una refracción diferente,...*

217. Nunca se comprueban rayos, sino que tan sólo se explica el fenómeno mediante rayos; y no se comprueba una refracción diferente de una imagen, sino una cuyo efecto no es absolutamente puro y neto, fenómeno cuya causa ya hemos puntualizado. El error de Newton y sus adeptos consiste precisamente en que pretenden ver lo que han introducido en los fenómenos bajo el dictado de su especulación teórica.

218. *...no por descomposición o por expansión de los rayos individuales...*

219. Aquí se expresa un concepto a todas luces falso. Afirma Newton que con la luz coloreada no ocurre lo que con la luz blanca, aserto que sólo puede hacer un observador que no presta la atención debida. Hemos demostrado claramente que la refracción obra sobre las imágenes coloreadas igual que sobre las

blancas; que los bordes de aquéllas se colorean prismáticamente satisfaciendo la ley que rige este proceso.

220. *...ni por ninguna diferencia accidental de la refracción (exp. 5° y 6°);...*

221. Newton comprendió y afirmó debidamente que el fenómeno cromático a *que da lugar la refracción no es accidental, sino expresión de una ley determinada. Esta noción correcta ha servido de base para su tesis falsa.*

222. *...si se comprueba, además, que los rayos diferentemente refrangibles pueden ser separados y clasificados, tanto por medio de la refracción (exp. 3°) como mediante la reflexión (exp. 10°),...*

223. En el tercer experimento vemos la serie cromática del espectro; pero decir que se trata de rayos separados y clasificados es una afirmación gratuita y, como sabemos muy bien, inconsistente. En el décimo experimento sólo se observa que a un lado desaparece un espectro y al otro aparece otro, que no se deriva, sin embargo, en absoluto ni en su conjunto ni en detalle de aquél y no guarda la menor relación con él.

224. *...y que los distintos tipos de rayos experimentan, no obstante ser idéntico el ángulo de incidencia, una refracción específica, siendo aquellos que antes de la separación han sido refractados en mayor grado también los que después de la separación son refractados en mayor grado (exp. 6° y ss.);...*

225. Hemos considerado tan detenidamente el llamado *experimentum crucis* y hecho resaltar tan claramente las circunstancias capciosas y condiciones disimuladas que involucra que nada nos queda por decir aquí, como no sea que en este experimento que se pretende decisivo no se pone de manifiesto una diferencia de refrangibilidad, sino que una refracción continuada se opera de acuerdo con sus principios muy simples.

226. *...si se comprueba, por último, que si la luz solar atraviesa, uno por uno, tres o más prismas dispuestos en cruz, los rayos que en el primer prisma han sido refractados en mayor grado que los demás son refractados del mismo modo y en la misma proporción también en todos los demás prismas,...*

227. He aquí otra vez el sano entendimiento humano clavado en la cruz; pues se da aquí el mismo caso que en el *experimentum crucis.* En éste se trata de una serie de refracciones continuadas en el sentido de la primera; en el quinto experimento, en cambio, de una refracción continuada hacia un lado, que hace

inclinarse la imagen en diagonal y, luego, en escala creciente, inclinación que a causa del progresivo desplazamiento se acompaña con un alargamiento cada vez más pronunciado.

228. *...es evidente que la luz solar es una mezcla heterogénea de rayos de diferente refrangibilidad.*

229. Sólo es evidente que en la imagen del Sol, igual que en cualquier otra imagen, clara u oscura, coloreada o incolora, en tanto que se destaca del fondo, la refracción determina en el contorno una imagen concomitante coloreada, la que en determinadas condiciones es susceptible de agrandarse y llegar hasta a superponerse a la imagen principal.

230. Claro está que Newton, como todas sus premisas eran falsas, no pudo sacar conclusiones correctas. Creemos que todos los lectores atentos están de acuerdo con nosotros en que no ha desmotrado nada a través de sus diez experimentos. El beneficio que nos reporta la labor cumplida consiste evidentemente en habernos librado de un concepto falso e inconsistente, como también en habernos formado una idea cabal de la consecuencia de un fenómeno más arriba explicado (E. 178-356) y enterado de un caso típico de desvirtuación sofística de la Naturaleza, que sólo pudo plantear un espíritu tan extraordinario como Newton, cuya obstinación y testarudez corrían parejas a su genio. Veamos ahora, por lo pronto, si podemos facilitarnos a nosotros mismos y a nuestros lectores nuestra exposición polémica.

Una ojeada a lo que sigue

231. Si la recapitulación de Newton nos hubiese convencido; si estuviésemos inclinados a hacer nuestra su tesis, no nos explicaríamos por qué continúa a acumular pruebas y aun repite su argumentación. Es tanto más necesario formarnos una idea clara de sus intenciones y procedimientos, para dilucidar qué es lo que se propone, en definitiva.

232. Durante largo tiempo los naturalistas conocían la teoría de Newton únicamente a través de su carta dirigida a la Sociedad londinese; en base a esta carta se la examinaba y juzgaba con mayor o menor capacidad y fortuna. El teorema principal, que enunciaba que las luces homogéneas separadas de la luz blanca heterogénea eran inmodificables y al ser repetida la refracción no mostraban otro color más que el suyo propio, fue impugnado por Mariotte, quien al verificar el *experimentum crucis* observaría en la segunda refracción los bordes

coloreados opuestos de las pequeñas imágenes coloreadas. De ahí que Newton recurrió al subterfugio de afirmar que esas luces separadas por el simple experimento prismático no estaban aún suficientemente separadas; que para tal fin era menester otra operación. Así, ideó los cuatro experimentos subsiguientes, dirigidos contra este adversario, contra el cual los esgrimió posteriormente también Desaguliers.

233. Por lo pronto, se aboca de nuevo a preparativos complicadísimos con objeto de separar definitivamente las distintas luces homogéneas contenidas en la luz heterogénea, que hasta aquí han estado separadas sólo en cierto modo. A este fin dedica el undécimo experimento. Luego se esfuerza por demostrar nuevamente que estas luces definitivamente separadas no experimentan modificación alguna al repetirse la refracción, para cuyo fin han de servir el duodécimo experimento, el décimotercero y el décimocuarto.

234. ¡Cuántas veces no nos han sido repetidas ya estas dos proposiciones y cuán categóricamente no ha afirmado el autor que estas cuestiones estaban resueltas! Sin embargo, helo aquí de nuevo en plena argumentación. Es tan sólido el prestigio de la escuela newtoniana porque el maestro ha logrado exponer y afianzar la misma teoría de muchas maneras. Pero, bien mirado, el suyo es el método del "gota a gota se llena de balde".

235. Pasando a la esfera de la práctica, repite y recalca la conclusión, derivada lógicamente de su concepto erróneo, de que con ser idéntico el ángulo de incidencia de la luz compuesta heterogénea, a raíz de la refracción cada rayo separado homogéneo se propaga en una dirección específica, de modo que lo que antes ha estado unido se halla ahora separado irremisiblemente.

236. De lo cual infiere, entrando de lleno en el terreno de la práctica, que los anteojos dióptricos no son susceptibles de perfeccionamiento. Sin embargo, han sido perfeccionados y sólo muy pocas personas han deducido inmediatamente que en consecuencia la teoría newtoniana debía ser falsa; muy al contrario, los adeptos de Newton, convencidos como estaban de la verdad de su teoría, han continuado afirmando que los anteojos dióptricos no eran susceptibles de perfeccionamiento ¡aún cuando hacía mucho habían sido perfeccionados!

237. Tal es el contenido de la primera parte de la *Óptica* de aquí hasta el final. El autor no hace más que repetir sus afirmaciones y sus experimentos modificando levemente las palabras y las circunstancias. Impónese, pues, una vez más una actitud vigilante y paciente.

238. Por último, Newton nos presenta el telescopio catóptrico de su invención, y hemos de congratularlo a él y a nosotros de que metido en un apuro por un concepto erróneo haya dado con tan útil expediente. Admitimos de buen grado que el error, en tanto que plantea una necesidad apremiante, es susceptible de llevarnos a la verdad, del mismo modo que la verdad, si nos abruma, nos induce fácilmente a refugiarnos en el error.

CUARTA PROPOSICIÓN. PRIMER PROBLEMA

Separar entre sí los rayos heterogéneos de la luz compuesta

239. Veamos cómo Newton se aboca de nuevo a esta tarea. Ha afirmado ya más arriba que los rayos homogéneos habían quedado separados (212); que habían quedado separados y clasificados (222); pero las objeciones de sus adversarios le han dado a entender que su argumentación carece de fundamento y lo llevan ahora a admitir que la tal separación y clasificación sólo ha tenido lugar en cierto modo. De ahí que vuelve a embarcarse en una disquisición extensa y consigna

el undécimo experimento,

junto con la figura correspondiente. Sin embargo, fracasa como antes; no hace más que embrollar el asunto a su manera, al punto que hay ser muy versado en la materia para ver claro en su exposición.

240. Concluida la recapitulación, claro está que sólo se repite lo que ya ha sido expuesto con anterioridad. Es así que si, como hasta aquí, siguiésemos paso por paso la argumentación del autor, tendríamos que repetir igualmente nuestra exposición y meter al lector de nuevo en un laberinto del que ha conseguido salir junto con nosotros. Por lo tanto, recurrimos a otro procedimiento: nos proponemos demostrar que ese problema no puede ser resuelto, para cuyo fin basta con remitirnos a los que hemos dicho en repetidas oportunidades, particularmente en ocasión del quinto experimento.

241. Todo depende de que se comprenda que en los experimentos prismáticos objetivos el sol debe considerarse como una imagen luminosa y se tenga

presente lo que ocurre en la refracción de una imagen iluminada. A un lado aparece el borde rojo amarillento, que hacia adentro de la imagen, en dirección a la claridad, se va transformando en amarillo, y al otro el borde azul, que se va transformando hacia afuera, en dirección a la oscuridad, en violeta.

242. Estos dos lados coloreados se hallan originariamente separados; en cambio, el amarillo no puede ser separado del rojo amarillento ni el azul del rojo azulado. Si desplazando ulteriormente la imagen se procede a ensanchar estos bordes y limbos, hasta el punto que el amarillo y el azul entran en contacto, nace de la combinación el verde, y la serie cromática así desarrollada no puede ser separada mediante un alargamiento ulterior de la imagen, sino que los colores interiores, el amarillo y el azul se superponen cada vez más el uno al otro y acaban por extinguirse del todo en el verde, quedando entonces tan sólo tres colores, en vez de los siete o cinco.

243. Quien se haya compenetrado de este fenómeno repetidas veces expuesto por nosotros comprende fácilmente el modo de proceder de Newton. Este se procura una imagen luminosa muy pequeña y mediante un dispositivo extraño la desplaza en forma que pretende haberla conservado setenta y cinco veces más larga que ancha. No negamos que sea posible tal fenómeno; pero ¿y qué?

244. El alargamiento efectivo de una imagen iluminada, grande o pequeña, lo determina exclusivamente el limbo violeta exterior; el amarillo interior se combina con el borde azul y no se sale de la imagen. De ahí que aun siendo igual el desplazamiento, la relación largo-ancho es, sin embargo, en una imagen pequeña otra que en una grande, circunstancia que Newton quisiera negar porque da un mentís rotundo a su teoría (90-93).

245. Una vez captada la verdadera naturaleza del fenómeno, se descubre en seguida el error del concepto newtoniano. Ya lo hemos puntualizado (103-110), y queremos agregar aquí lo siguiente: Según Newton, la imagen alargada se compone de muchos círculos enlazados que en la imagen blanca del sol se superponen y ahora, a causa de su diferente refrangibilidad, aparecen separados hasta cierto punto. Entonces, se le ocurre pensar que si se reducen los diámetros de los círculos y se alarga en lo posible la imagen prismática los círculos ya no se enlazarán, como en la imagen más grande, sino que se separarán aún más. Pero como, por más que alargue la imagen, ni en el experimento anterior ni en el presente logra separar por completo los colores, rodea en su dibujo los círculos todavía de otros punteados, sugiriendo así que están separados y, sin embargo, no separados. Entonces, el autor se refugia en otra hipótesis asegurando que no hay cinco o siete rayos homogéneos, sino un número infinito de ellos. De modo que

si se ha logrado separar los rayos que se suponían contiguos, he aquí que surge en seguida un rayo intermedio desbaratando la ardua operación cuyo buen éxito ya se ha anunciado.

246. En base a este undécimo experimento, sin verificarlo en lo más mínimo, se ha enseñado a partir de entonces la posibilidad de separar por completo esos supuestos rayos homogéneos, y las figuras han sido dibujadas sin más ni más con arreglo a la hipótesis, sin consultar para nada a la Naturaleza ni el experimento.

247. Aparte de las causas mencionadas, otra circunstancia nos induce a dedicar a este undécimo experimento menos espacio que a los demás. Aquí, Newton combina por primera vez el prisma con la lente, sin habernos dicho previamente ni una palabra acerca de lo que ocurre cuando se apela simultáneamente a estos dos instrumentos tan afines y sin embargo tan diferentes. Esta vez pretende separar mediante su uso combinado las luces que sólo existen en su imaginación; más tarde las unirá por el mismo medio rehaciendo la luz blanca, siendo este último experimento uno de los que los newtonianos no dejan nunca de mencionar triunfantes. En el momento oportuno puntualizaremos, pues, lo que ocurre en realidad cuando se combinan en un experimento los prismas y las lentes. Después podremos fijar de nuevo nuestra atención en el undécimo experimento y poner de manifiesto sus verdaderas circunstancias. También con motivo de la controversia de Desaguliers-Mariotte tendremos que volver sobre este experimento.

QUINTA PROPOSICIÓN. CUARTO TEOREMA

La luz homogénea es refractada en forma regular, sin ensanche, división ni dispersión de los rayos, y la falta de nitidez de los objetos mirados a través de medios refringentes con luz heterogénea se debe a la diferente refrangibilidad de los distintos tipos de rayos

248. *La primera parte de esta proposición ha quedado demostrada ya por el quinto experimento,...*

249. Hemos señalado detenidamente que el quinto experimento no ha demostrado nada.

250. *...y los experimentos subsiguientes arrojarán aún más luz sobre este asunto.*

251. Pondremos de manifiesto que este teorema carece de fundamento y no puede ser demostrado.

Duodécimo experimento

252. *Un papel negro...*

253. ¿Por qué un papel negro? Para el fin sirve lo mismo cualquier tabla de madera, cartón o chapa agujereada. Insistiría el autor en un papel negro para dar una vez más la impresión de que pone sumo cuidado en excluir toda luz perturbadora.

254. *...en que había practicado una abertura circular de 1/5-1/6 pulgada de diámetro...*

255. ¿Por qué tan pequeña la abertura? Sería para dificultar la observación y hacer que la diferencia llamase menos la atención.

256. *...fue dispuesto por nosotros en forma que recogía una imagen de luz homogénea, tal como la hemos descrito en la proposición precedente, y parte de esta luz pasó por la abertura. Mediante un prisma colocado por detrás del papel intercepté esta parte de la luz que había pasado por la abertura, de modo tal que fue a caer perpendicularmente sobre una pantalla blanca dispuesta a dos o tres pies de distancia. Comprobé, entonces, que la imagen que se había formado en la pantalla blanca como consecuencia de la refracción de esa luz homogénea no aparecía alargada, como cuando, en el tercer experimento, habíamos refractado la luz solar compuesta, sino que, en la medida en que pude observar a simple vista, era tan larga como ancha y perfectamente redonda. De lo cual se infiere que esta luz sufrió una refracción regular, sin ensanche ulterior de los rayos.*

257. Aquí se pone de manifiesto otro artificio del autor. Este experimento es idéntico al sexto, salvo circunstancias levemente modificadas; sin embargo, aquí es presentado como un experimento rigurosamente nuevo, sin necesidad alguna se aumenta el número de los experimentos y el incauto toma por una corroboración, una prueba adicional lo que es mera repetición. Así el error, una vez expresado, se afianza en las mentes.

Nuestra crítica detallada al sexto experimento se aplica también al presente; estaría de más repetir aquí lo dicho en aquella ocasión.

258. Queremos agregar lo siguiente: Dice el autor que hizo pasar una luz homogénea por la abertura y a continuación la sometió a una segunda refracción; pero no indica el color. Sería el rojo, el rojo amarillento tan adecuado a sus fines, que obra, por así decirlo, en connivencia con él ocultando lo que el autor quisiera ocultar. ¡Emplee los otros colores, y verá, si se aviene a observar debidamente, que los experimentos dan muy otro resultado!

259. Los dos experimentos subsiguientes son de carácter prismático subjetivo, como nuestros lectores los conocen muy bien por nuestro Esbozo. No obstante, vamos a considerarlos aquí una vez más.

Decimotercer experimento

260. *Expuse a la luz homogénea...*

261. Sería otra vez la roja.

262. *...un disco de papel de un cuarto de pulgada de diámetro.*

263. ¿A qué viene tan minúsculo disco? ¿Qué observaciones pueden hacerse en base a él? Por cierto que el autor ya nos tiene acostumbrados a operar con aberturas diminutas practicadas en el postigo de la ventana; ¿por qué no con pedacitos de papel, entonces?

264. *A la luz blanca heterogénea del sol,...*

265. ¡He aquí, bien elaboraditas, la luz homogénea y la luz heterogénea! Lo que todavía ha de demostrarse queda expresado desde ahora en forma definitiva, con nombre y todo, afianzándose cada vez más en la mente del discípulo crédulo.

266. *...que no estaba aún refractada, expuse otro disco de papel, de idéntico tamaño.*

267. Sería también tan pequeño para que luego toda la superficie, mirada a través del prisma, apareciese en seguida coloreada.

268. *A continuación retrocedí algunos pasos y miré ambos discos a través del prisma. El disco iluminado por la luz solar heterogénea se presentaba muy alargado, como esa abertura clara en el cuarto experimento, al punto que el largo era el múltiple del ancho, en tanto que el disco iluminado por la luz homogénea aparecía perfectamente redondo y con el contorno nítido, como cuando lo miraba a simple vista.*

269. Todo hace suponer, lo repetimos, que este último disco estaba expuesto a la luz roja, y como el propio Newton reemplaza en el primer experimento los colores prismáticos por papel coloreado, podemos remitir a nuestros lectores en un todo a lo que se ha dicho, en parte en ocasión del sexto experimento, en parte con motivo del primero. Obsérvese de nuevo nuestra tercera lámina, que amén de otros cuadrados exhibe uno rojo y otro blanco sobre fondo negro; si se miran estos cuadrados a través de un prisma y se relee lo que más arriba hemos expuesto (E. 271-272), se comprenderá de dónde provenía el halo por el cual Newton fue engañado, más aún, quiso engañarse de una vez por todas.

270. *De modo que este experimento prueba ambas partes de esta proposición.*

271. Nadie que se haya compenetrado del fenómeno estará de acuerdo con él, sino que se dará cuenta de que aquí el autor cae en su antiguo error y, en caso que él mismo lo haya compartido, se librará de él para siempre.

272. Con objeto de que nuestros lectores puedan formarse en seguida una idea cabal de lo que vale este experimento hemos dispuesto en una lámina seis casillas iluminadas con los seis colores principales y dibujado en ellas diversos cuerpos oscuros, claros y coloreados. Mírense estas casillas a través del prisma, léase después la descripción newtoniana del fenómeno correspondiente y nótese bien que Newton sólo observa, puede observar, cuerpos oscuros con la llamada luz homogénea, en tanto que nuestro experimento ofrece una variedad de casos absolutamente necesaria para poder alcanzar una comprensión plena del fenómeno. *Lámina XII*

273. *Cuando miraba a través del prisma moscas y otros cuerpos pequeños iluminados por la luz homogénea, veía sus partes con los contornos tan nítidos como cuando los miraba a simple vista.*

274. Nuestros lectores, particularmente los que hayan seguido con atención nuestra exposición didáctica, están familiarizados con esta observación. Se trata del hecho de que los bordes de una imagen coloreada sobre fondo oscuro, particularmente cuando los colores mismos son oscuros, sólo se revelan a la mirada atenta. Aquí el caso se da al revés: Newton presenta imágenes oscuras sobre fondo coloreado y que por añadidura están iluminadas y coloreadas en cierto modo por la luz coloreada que da origen al fondo. En estas condiciones, claro está que los bordes prismáticos no tanto aparecen en dichos objetos, sino más bien se confunden con ellos o quedan eliminados en el extremo opuesto, de modo que se presentan con mediocre nitidez y sin limbos perceptibles. Para arrojar luz plena sobre el fenómeno hemos dibujado sobre los fondos coloreados de nuestra duodécima lámina imágenes claras, oscuras y coloreadas. El observador puede mirarlas de un modo inmediato a través del prisma, y verá en todos los casos los bordes y limbos en función de las respectivas condiciones de claridad y oscuridad, así como de los respectivos colores. Se percatará de lo desatinado del método de Newton, quien suele entresacar de todos los fenómenos uno sólo, únicamente el que sea adecuado a sus fines, y pasa por alto y oculta los demás; procedimiento que sigue de la primera hasta la última página de su celebrada *Óptica.*

Apenas si vale la pena traducir y considerar el restante texto referente a este experimento; no obstante, vamos a tomarnos la pequeña molestia.

275. *En cambio, cuando yo miraba a través del prisma los mismos cuerpos con la luz solar blanca, heterogénea, aún no refractada,...*

276. ¡Fíjese bien el lector: negro sobre blanco!

277. *...sus contornos aparecían muy borrosos, al punto que no podía distinguir sus partes pequeñas.*

278. ¡Claro! Pues el brillo vivo de los limbos no permitía ver las partes pequeñas más angostas.

279. *Asimismo, cuando miraba a través del prisma un texto impreso con letra pequeña, primero con la luz homogénea y después con la heterogénea, en este último caso aparecía tan borroso que no podía leerlo, en tanto que en el primer caso se presentaba tan distinto que podía leerlo sin dificultad, como cuando lo miraba a simple vista. En ambos casos miraba los objetos en idéntica posición, a través del mismo prisma y desde la misma distancia.*

280. Aquí el autor hace como que tiene en cuenta cuidadosamente todas las circunstancias, cuando en realidad ha pasado por alto la circunstancia capital.

281. *La única diferencia estribaba en que estaban iluminados por una luz simple y una compuesta, respectivamente.*

282. He aquí, pues, la luz simple y compuesta, que ciertamente estaba lista ya mucho antes; pues se asomó ya en la primera proposición y tornó, sin haber sido probada jamás, en todas las proposiciones siguientes y en todos los experimentos.

283. *De suerte que no se concibe otra causa de que esos objetos se presenten en un caso distintos y en otro borrosos que la diferencia de las luces.*

284. Eso es, de las luces; pero no en cuanto son coloreadas o incoloras, simples o compuestas, sino en cuanto brillan con un mayor o menor grado de intensidad.

285. *Queda así demostrada, al mismo tiempo, toda la proposición.*

286. No queda así demostrado absolutamente nada, aserto al que esperamos que asientan todos nuestros lectores.

287. *Además, en estos tres experimentos es también notabilísima la circunstancia de que el color de la luz homogénea no ha cambiado en lo más mínimo.*

288. Por cierto que es notabilísima la circunstancia de que Newton se da recién aquí cuenta de un hecho que forma parte del "abecé" de las experiencias

prismáticas, esto es, del hecho de que las superficies coloreadas, del mismo modo que las negras, blancas y grises, no experimentan modificación alguna a raíz de la refracción, sino que únicamente los contornos de las imágenes aparecen coloreados. Si se mira el espectro coloreado a través de un prisma desde una distancia más bien corta, así que no se desplaza apenas y no se pone de manifiesto su versatilidad (E. 350-356), la superficie iluminada por él puede ser considerada para este fin como una efectivamente coloreada. Y ahora, como el autor cree haber agotado, al fin, toda su argumentación, nosotros en cambio estamos convencidos de que no obstante su empeño ha fracasado rotundamente en su empresa, vamos a analizar sus deducciones ulteriores.

SEXTA PROPOSICIÓN. QUINTO TEOREMA

La razón del seno del ángulo de incidencia de todo rayo específico al seno del ángulo de refracción del mismo rayo tiene un valor constante

289. En vez de argüir con el autor, optamos por exponer el asunto tal cual es, para cuyo fin nos remontamos, pues, a los orígenes del fenómeno. Las leyes de la refracción habían sido descubiertas por Snellio. Más tarde se comprobó que la razón del seno del ángulo de incidencia al seno del ángulo de refracción tenía un valor constante en un mismo medio.

290. Solía representarse este principio mediante un dibujo lineal que repro-
Lámina XI ducimos en la fig. 1.ª de nuestra lámina XI. Se trazaba un círculo y se lo dividía en dos mediante una raya horizontal; el semicírculo superior representaba el medio menos denso y el inferior el más denso. Ambos semicírculos eran divididos en dos, a su vez, por medio de una raya vertical. Luego se hacía coincidir en el centro el ángulo de incidencia, desde arriba, y el de refracción, desde abajo, pudiéndose expresar entonces la razón del uno al uno.

291. Este método es bueno y suficiente para dar una expresión tangible a este principio y representar la relación *in abstracto;* pero para medir efectivamente, en la práctica, la razón de un ángulo al otro es menester un dispositivo que este dibujo lineal no sugiere.

292. Supongamos que el sol dé en un recipiente vacío (E. 187); que proyecte la sombra exactamente hasta la pared opuesta y que la sombra cubra por completo el piso. Si entonces se vierte agua en el recipiente, la sombra se corre hacia el lado de donde proviene la luz. El primer caso da la dirección de la luz incidente, el segundo la de la luz refractada. Mas la razón de una dirección a la

otra sólo la da la sombra, más propiamente, el límite de la sombra. De lo cual se infiere que para determinar el índice de refracción se precisa un medio delimitado.

293. Habíase descubierto la citada ley de la refracción, sin parar mientes en el fenómeno cromático concomitante, que en el caso de los medios limitados por caras paralelas ciertamente es muy débil; sólo se midió, se consideró y se representó en la forma arriba indicada la razón del seno del ángulo de incidencia de la luz clara, intensa al seno de su ángulo de refracción. Entonces, Newton comprobó que la refracción daba lugar regularmente a un fenómeno cromático y lo explicó afirmando que la luz blanca comportaba luces diferentemente coloreadas que como consecuencia de su diferente refrangibilidad se separaban apareciendo unas al lado de otras.

294. De lo cual se infería que si la luz blanca tenía un determinado ángulo de incidencia único, el ángulo de refracción variaba con los distintos rayos separados a raíz de la refracción, quedando unos desviados más que otros, y que si respecto a la luz incidente entraba en consideración un solo seno, respecto a los ángulos de refracciones tenían que tomarse en cuenta cinco, siete y aun un número infinito de senos.

295. Para demostrar esto, Newton se valió de una figura derivada de aquélla mediante la cual se había representado hasta entonces la relación existente entre la incidencia y la refracción, pero menos completa que ésta.

296. Para mayor comodidad se había supuesto un solo rayo luminoso, toda vez que la línea abstracta representaba millones de rayos; por otra parte, no se había indicado en dicha figura el límite, por darlo por sobreentendido; Newton tampoco lo indicó, ni lo dio por sobreentendido, sino que lo pasó por alto y dibujó su figura tal como lo muestra nuestra segunda.

297. Ahora bien, considérese el caso empírico. Si a través del semicírculo superior del medio menos denso se hace caer un número infinito de rayos solares bajo un ángulo de 45 grados sobre el semicírculo inferior del medio más denso, ¿cómo puede averiguarse la razón del seno del ángulo bajo el cual los rayos inciden sobre la línea o plano horizontal libre del medio más denso al seno del ángulo de refracción de dichos rayos? Debe haber un punto en que ambos puedan coincidir tangiblemente.

298. Sólo se logra esto superponiendo un obstáculo, que llegue hasta el centro, a uno de los dos lados, que puede ser el de la luz o el opuesto (véanse nuestras figs. 3.ª y 4.ª). En ambos casos la razón del seno del ángulo de incidencia

al seno del ángulo de refracción tiene un valor constante, sólo que en el primero avanza la luz hacia la oscuridad y en el segundo la oscuridad hacia la luz, dando lugar al borde y limbo de color azul y rojo azulado y al borde y limbo de color amarillo y rojo amarillento, respectivamente. Por lo demás, no hay ninguna diferencia en la refracción y menos en la refrangibilidad.

299. Corresponde, pues, señalar aquí que es dable expresar en forma lineal-simbólica una ley natural universal averiguada por la vía empírica, presuponiendo las circunstancias que originan el fenómeno correspondiente, pero que no es lícito operar en base a tales figuras sobre el papel contrariando a la Naturaleza; que en la representación de un fenómeno que es originado por las condiciones más específicas no deben desconocerse y pasarse por alto dichas condiciones, sino que ha de cuidarse de expresarlas también en términos generales y representarlas en forma simbólica. Creemos haber cumplido con esto en nuestra lám. XI.

300. Para poder abarcar, al fin, todo de una sola mirada, hemos representado en la quinta figura el fenómeno que da origen al acromatismo y hasta el hipercromatismo. Suponemos que un medio de refringencia idéntica a la del medio precedente posee la fuerza y propiedad química de ampliar el fenónemo cromático. Aquí se ve que con ser idénticas la incidencia y la refracción se da una diferencia apreciable en el fenómeno cromático. Quizá sea posible representar este fenómeno también en la práctica, como desde ahora se puede ampliar el fenómeno cromático de un medio sin modificar perceptiblemente su refringencia. Reiteramos aquí también la hipótesis (E. 686) de que sea posible despojar un medio refringente por completo de la propiedad química de producir bordes y limbos coloreados.

301. Quien se haya compenetrado de lo que hemos expuesto hasta aquí no se dejará impresionar por las mediciones, cálculos y argumentos de Newton referentes a esta proposición, máxime como las experiencias recientes han acabado mucho ya con esa antigualla. Por la misma razón no polemizamos tampoco contra el

Decimoquinto experimento

302. En él se repite mediante varios prismas el corrimiento lateral del espectro con que nos ha familiarizado ya el quinto experimento, sin que se logre otro resultado que una inclinación ulterior del espectro cada vez más alargado —circunstancia que ahora ya no nos interesa.

Séptima proposición. Sexto teorema

La diferente refrangibilidad de los rayos luminosos impide el perfeccionamiento de los anteojos

303. Caben distintas maneras de asomarse a una ciencia y abordar determinado fenómeno, y de este enfoque inicial depende muchas veces todo el tratamiento de la respectiva materia. Si se estudia desde este punto de vista la historia del saber y se observa atentamente cómo tal individuo, sociedad, nación, encara tal descubrimiento o invención, se aclaran muchas cosas hasta entonces ignoradas o desconcertantes y oscuras. Señalemos, pues, ante todo, que Newton llegó a interesarse en la teoría de los colores por su esfuerzo tendiente a perfeccionar los anteojos dióptricos.

304. Cuando se descubrieron las leyes de la refracción, se había pasado por alto el fenómeno cromático concomitante, y con razón; pues no tiene importancia alguna en los experimentos a base de medios limitados por caras paralelas. Sin embargo, cuando se pasó a utilizar vidrios pulimentados para los anteojos este fenómeno ya no pudo ser ignorado. Una vez descubiertos los telescopios, los matemáticos y los técnicos se abocaron con empeño a la tarea de perfeccionarlos, tarea que tropezaba esencialmente con dos deficiencias, que se designaban con el nombre de aberración. La una derivada de la configuración: se comprobaba que las lentes consistentes en segmentos de esfera no concentraban todas las partes de la imagen exactamente en un solo punto, sino que hacían convergir los rayos —recurríase a esta noción— en parte delante, en parte detrás de dicho punto. Para subsanar esta deficiencia se hicieron sugestiones y tentativas en el sentido de utilizar vidrios elípticos y parabólicos, pero no se lograron resultados totalmente satisfactorios.

305. Durante estos esfuerzos se reparó en la segunda deficiencia, de carácter cromático. Consistía ella en la circunstancia de que la distinción de las imágenes se resentía de un fenómeno cromático que restaba nitidez particularmente a los contornos, que son lo que más importa en una imagen. Durante largo tiempo se consideró accidental este fenómeno atribuyéndolo a una refracción irregular, defectos del vidrio, en fin, a circunstancias que podían darse o no darse. Entretanto, se realizaban esfuerzos incesantes tendientes a anular la aberración derivada de la configuración.

306. Newton, en cambio, fijó su atención en la segunda modalidad de aberración. Comprobó que el fenómeno cromático era constante y, como se basaba en experimentos prismáticos, muy vivo, y concibió la teoría de la diferente refrangibilidad. Hemos visto cómo la fundamentó.

307. La conclusión expresada por él en su proposición fluye lógicamente de sus observaciones, de su manera de interpretarlas, y teorizar; pues si la luz incolora es diferentemente refrangible el fenómeno cromático va íntimamente ligado a la refracción, esa aberración no puede ser anulada y los anteojos dióptricos no son susceptibles de perfeccionamiento.

308. Mas no solamente esto, sino mucho más se infiere de la hipótesis de la diferente refrangibilidad. Se infiere de ella, de un modo inmediato, que los anteojos dióptricos son inservibles, por lo menos en tanto que presentan coloreado todo cuanto es blanco en los objetos.

309. Más aún, dejando de lado los anteojos dióptricos, las lentes y los impertinentes, todo el mundo visible debiera aparecer totalmente confuso, si esta hipótesis fuese cierta. Todos los astros los vemos por refracción; el sol, la luna y las estrellas, por cuanto su luz llega hasta nosotros a través de un medio, aparecen en un lugar distinto del que ocupan en realidad, como a su salida y su puesta lo comprueban particularmente los astrónomos. ¿Por qué todas estas imágenes luminosas, estas luces grandes y pequeñas no se nos presentan multicoloras, disgregadas en los siete colores? Han sufrido una refracción, y si la teoría de la diferente refrangibilidad fuese absolutamente cierta, nuestra tierra resplandecería día y noche con la más singular iluminación multicolora.

310. Newton está percatado de esta conclusión lógica; pues tras haber medido y calculado un tiempo en relación con la proposición arriba transcripta se le escapan muy ingenuamente estas palabras significativas: "En tales circunstancias, es sorprendente la nitidez con que después de todo los anteojos presentan los objetos". A continuación prosigue con sus cálculos y señala que la aberración

determinada por el color es tres mil veces mayor que la proveniente de la configuración del vidrio; circunstancia que lo lleva a preguntar: "Siendo tan tremendas las divergencias que resultan de la diferente refrangibilidad de los rayos, ¿cómo es que los objetos aparecen tan nítidos a través de los anteojos?" Para enterarse de la respuesta que Newton da a esta pregunta, el lector atento podrá consultar sin dificultad la propia obra del autor, quien aquí se comporta una vez más de una manera curiosa.

311. Mas aunque hubiese comprendido, como Descartes antes de él, que el fenómeno cromático prismático presupone un borde, habría podido afirmar que no había manera de anular esa aberración; que ese fenómeno periférico no podía ser eliminado. Pues sus adversarios, como Rizzetti y otros, tampoco podían apoyarse en una base sólida, porque, una vez proclamado el carácter constante de ese fenómeno periférico, no tenían más remedio que atribuirlo exclusivamente a la refracción. Recién el descubrimiento posterior del hecho de que el fenómeno cromático no era solamente un efecto físico general, sino que presuponía una propiedad química específica del medio, abrió el camino por el cual no se tomó en seguida, pero que actualmente recorremos ventajosamente.

Decimosexto experimento

312. Aquí, Newton trata de comparar el fenómeno cromático, tal como está determinado por el prisma, con el que originan las lentes, en un esfuerzo tendiente a demostrar experimentalmente que concuerdan en forma absoluta. Para tal fin recurre al dispositivo de su segundo experimento, donde proyectaba una imagen roja y azul cruzada de hilos negros, a través de una lente, sobre una pantalla vertical. En vez de dicha imagen bicolora utiliza un papel blanco impreso o cruzado asimismo de rayas negras, sobre el cual hace caer el espectro prismático para observar la imagen más o menos distinta que se forma detrás de la lente.

313. Con motivo de ese segundo experimento hemos expuesto todo cuanto cabe decir sobre este asunto, por lo cual nos limitamos aquí a considerar brevemente el modo de proceder de Newton. Su propósito consiste en demostrar también en base a los colores prismáticos que tienen su punto-imagen tanto más próximo a la lente cuanto más refrangibles son. Sin embargo, he aquí que tras haber hecho hincapié en su supuesta minuciosidad hace notar que en este experimento no servía la imagen prismática en su totalidad, porque el violeta más saturado era tan oscuro que no podían distinguirse las letras ni las rayas en la imagen formada. Y luego de haber hablado extensamente sobre el particular y empezado a examinar el rojo, menciona, como de paso, un rojo perceptible,

señalando, luego, que también en este extremo del espectro el color se oscurecía en un grado tal que no era posible distinguir las letras y rayas y en consecuencia era preciso operar en la parte media de la imagen, donde dichas letras y rayas podían aún ser distinguidas.

314. Recuérdese todo lo que hemos expuesto más arriba y tómese nota de cómo mediante este subterfugio Newton resta validez a todo el experimento. Pues si en el violeta hay un punto donde las letras dejan de ser perceptibles y en el rojo también hay tal punto, se infiere que en este caso las figuras de la superficie coloreada más refrangible desaparecen junto con las de la superficie coloreada menos refrangible y que, a la inversa, en los casos en que son perceptibles lo son por grados aquí no menos que allí, de suerte que la causa de la mayor o menor distinción de las letras y rayas ha de buscarse, no en una diferente refrangibilidad de los colores, sino en el mayor o menor grado de claridad y oscuridad, respectivamente, del fondo. Para disimular su artificio, Newton se expresa de una manera muy vaga hablando de un rojo perceptible, cuando en definitiva son las letras negras las que continúan siendo perceptibles con el rojo claro. El rojo continúa siendo perceptible aún allí donde el espectro alcanza su máxima saturación y oscuridad, bien que ya no pueda iluminar una hoja impresa y las letras dejen de ser perceptibles. En la misma forma Newton se expresa respecto al violeta y los demás colores; ora los presenta *in abstracto,* ora como luces que iluminan la hoja, cuando en este experimento no deben ser considerados en absoluto luminosos en sí, sino únicamente como fondos claros o oscuros con respecto a las letras y rayas.

315. De modo que este experimento es desvirtuado por el segundo, al que se refiere, y a su vez contribuye a desvirtuar el segundo; pues el propio Newton admite que de ambos lados los trazos negros dejan de ser perceptibles a causa de la oscuridad; de lo cual se infiere que conforme aumenta la claridad dichos trazos se vuelven cada vez más nítidos, sea cual fuere el color.

OCTAVA PROPOSICIÓN. SEGUNDO PROBLEMA

Reducir la longitud de los telescopios

316. Aquí, Newton presenta su telescopio catóptrico, invención que aun después de perfeccionados los anteojos dióptricos ha conservado todo su valor y prestigio y acerca de la cual nada hemos de decir aquí, ya que nos ocupamos únicamente de los colores.

TOMO PRIMERO DE LA *ÓPTICA* DE NEWTON

SEGUNDA PARTE

317. Esta parte también agrupa de un modo harto confuso, pero deliberadamente, experimentos falsos y capciosos. Cabe dividirlos en un grupo polémico y un grupo didáctico.

318. Comienza el autor por el lado polémico; pues tras haber demostrado, a su entender, de una manera incontrovertible que los colores están contenidos efectivamente en la luz, tiene que refutar la concepción tradicional, basada en la experiencia, de que los fenómenos cromáticos presuponen, en los casos de refracción, un contorno; lo que cree lograr por los primeros cuatro experimentos.

319. A continuación, recalca en una exposición didáctica de nuevo la inmutabilidad de la luz homogénea y los diferentes grados de refrangibilidad. Esta faz de su trabajo abarca del quinto al octavo experimento. Más tarde, en el decimoséptimo, limitará y aún anulará lo que ha demostrado en el quinto.

320. Del noveno al decimoquinto experimento se esfuerza el autor por producir y probar algo que ha de interesarle mucho. Luego de haber extraído de la luz incolora y las superficies blancas los colores, más propiamente, tras haber descompuesto la luz pura y blanca en colores, volviendo a su lugar lo que ha sacado, juntando de nuevo lo separado ha de poder restablecer esa luz pura y blanca.

321. Convencidos como estamos de que el color no reconoce como origen la descomposición de la luz, sino que presupone una condición exterior, la que se

manifiesta bajo variadas formas empíricas, como turbiedad, sombra o límite, nos consta que Newton deberá hacer toda clase de cabriolas raras para representar la luz condicionada, enturbiada, sombreada como una luz pura y blanca, con el fin de obtener de la mezcla de colores oscuros un blanco claro.

322. Al proponerse Newton aquí demostrar que lo que ha producido mediante simple separación ha de poder restablecer por su simple unión la prístina situación, le sale al paso el tercer factor, la condición exterior, que creía haber excluido; y en este trance se ve obligado a negar los sentidos, la impresión sensorial, el sano entendimiento humano, la terminología, en fin, todo cuanto lo legitima a uno como hombre, como observador, como pensador.

323. Al enfocar la personalidad de Newton creemos haber dejado claramente establecido cómo pudo pasar esto. Aquí sólo nos resta cumplir de nuevo paso por paso con nuestro deber polémico.

PRIMERA PROPOSICIÓN. PRIMER TEOREMA

Los fenómenos cromáticos con que se acompaña la refracción o la reflexión de la luz no se originan en nuevas modificaciones de la luz determinadas específicamente por las delimitaciones específicas de la luz y la sombra

324. Como hemos demostrado en nuestro Esbozo que en la refracción sólo se originan colores allí donde lindan la luz y la oscuridad, aquellos que se hayan compenetrado en base a nuestra exposición de las verdaderas circunstancias sentirán curiosidad por saber cómo se las arregla Newton para convertir la verdad en la falsedad. Procede en este caso como cuando se propuso convertir la falsedad en la verdad, como no tardaremos en comprobarlo en detalle.

Primer experimento

Véase lám. XIII, fig. 4ª.

325. *Hágase penetrar el sol por una abertura alargada F en un cuarto oscuro.* *Lámina XIII*

326. Esta abertura necesariamente ha de estar dirigida hacia arriba, si bien la figura sólo indica un punto y así dificulta de entrada la comprensión del asunto.

327. *El ancho puede ser de 3/5 ó 4/5 pulgada, eventualmente menos.*

328. Este primer dispositivo consiste, pues, en una rendija de unas seis pulgadas de alto y muy angosta, practicada en el postigo de la ventana.

329. *Hágase pasar el rayo F H...*

330. Como se ve, el autor insiste en hablar de un rayo, cuando en realidad se trata tan sólo de una imagen del sol muy estrechada y muy alargada.

331. *...primero por un prisma bastante grande A B C, dispuesto a unos veinte pies de distancia de la abertura...*

332. ¿Y por qué a una distancia de veinte pies? Varias veces ya hemos tenido que denunciar esta tendencia del autor a introducir condiciones superfluas o capciosas. Aquí se trata de una condición capciosa; en definitiva, el autor quiere operar con una luz muy débil, producir colores muy débiles, cuando no imposibilitar en cierto modo el experimento. Pues, ¿quién dispone fácilmente de un cuarto de veinte pies y más de largo?, y en caso que se disponga de tal cuarto, ¿cuánto tiempo el sol está suficientemente bajo para dar a la hora del mediodía en la pared opuesta a la ventana o en un prisma que debe estar a cierta altura del suelo?

333. Consideramos, pues, esta condición de todo punto superflua, puesto que el experimento se lleva a cabo a base del prisma y no interviene en él ninguna lente, que impondría acaso esta condición de la distancia.

334. *...en posición paralela a la abertura.*

335. Quiere decir, en posición paralela al postigo en que está practicada la abertura, al alféizar, pero en definitiva, como en todos experimentos prismáticos, de modo tal que una línea imaginaria proveniente del centro de la imagen del sol forma un ángulo recto con el eje del prisma.

336. *Pase este rayo luego con su parte blanca...*

337. ¡He aquí otra vez una parte blanca de un rayo ya refractado! No es sino la parte media blanca de la imagen muy alargada.

338. *...por una abertura oblonga H...*

339. Esta abertura oblonga está dibujada a su vez como un mero punto, así que la representación es a todas luces incorrecta; pues esta abertura debe ser, en este experimento, oblonga y vertical, como la abertura F practicada en el postigo.

340. *...que tenga 1/4 ó 1/6 pulgada de ancho.*

341. Quiere decir, una rendija angosta. ¿Y por qué ha de ser tan angosta la rendija? La respuesta es: para que nadie se dé cuenta de lo que pasa y de cómo las gasta el autor.

342. *Esta abertura H debe estar practicada en un cuerpo negro, oscuro G I...*

343. No hace falta que la chapa o el cartón G L sea negro; de más está decir que debe ser opaco.

344. *...y quedar a dos o tres pies de distancia del prisma...*

345. Esta condición también es indiferente o accidental.

346. *...en posición paralela al prisma y a la abertura del postigo.*

347. Newton, como no consigna sus experimentos en su orden natural, sino de una manera arbitraria y artificiosa, se ve obligado a acompañar cada experimento con una descripción de todo el aparato, que sin embargo ha utilizado ya repetidas veces. Organiza cada experimento por separado y mezcla los elementos necesarios con condiciones innecesarias, produciendo así esa vaguedad en que le gusta envolver su exposición.

348. *La luz blanca que ha pasado por la abertura* H *debe caer sobre un papel blanco* pt *dispuesto a tres o cuatro pies de distancia detrás de dicha abertura, para que se formen en él los colores habituales del prisma, o sea el rojo en* t, *el amarillo en* s, *el verde en* r, *el azul en* a *y el violeta en* p.

349. ¡Fíjese bien el lector! La luz ha llegado blanca a la rendija y forma detrás de ella el espectro. ¡Véase lo que sigue ahora!

350. *Intercéptese los rayos en* k l m n o *mediante un alambre de hierro u otro cuerpo delgado y opaco de 1/10 pulgada de espesor.*

351. Vea el lector en la figura dónde el autor marca estos rayos *k l m n o.* Estas letras están indicadas delante del prisma, en dirección al sol, de modo que, como sugieren también las cinco rayas, deben representar rayos coloreados allí donde sin embargo no hay todavía color. En ninguna figura de toda la obra ni en experimento alguno se nos ha invitado, hasta aquí, a suponer y admitir algo que es reñido incluso con la concepción del propio autor.

352. ¿Qué hace la varita *r* que recorre la cara externa del prisma? Divide la imagen incolora en varias partes, hace de una sola imagen varias imágenes. Esta circunstancia ciertamente perturba el efecto en *p q r s t;* pero Newton interpreta el fenómeno como sigue:

353. *Una vez interceptados sucesivamente los rayos* k l m n o, *quedan removidos así también, uno tras otro, los colores* t s r q o p, *en tanto que los demás quedan, como antes, en el papel. O bien, recurriendo a un osbtáculo algo más grande, es posible remover dos, tres o cuatro colores a un tiempo, quedando los restantes.*

354. Remitimos a nuestros lectores a las primeras tres figuras de nuestra lámina XIII, donde los fenómenos de este primer experimento están representados de acuerdo con sus verdaderas circunstancias, y nos limitamos por lo pronto a preguntar: ¿Qué ha hecho Newton para probar su teorema?

355. Afirma que los bordes, las líneas de separación de la claridad y la oscuridad no influyen para nada en el fenómeno cromático con que se acompaña la refracción. ¿Y qué hace en su experimento? ¡Produce tres veces contornos con tal de demostrar que el contorno no tiene importancia alguna!

356. El primer contorno está encima y debajo de la abertura F practicada en el postigo. Quédase el autor con luz blanca en la parte media, pero no admite que en los dos extremos ya aparecen colores. El segundo contorno está determinado por la rendija H; pues, ¿por qué la luz refractada, que llega blanca a la pantalla G I, se vuelve coloreada, sino porque el contorno de la rendija H origina arriba y abajo los colores prismáticos? Entonces, el autor coloca delante del prisma el tercer obstáculo, un alambre u otro cuerpo cilíndrico, produciendo así una vez más contornos, una imagen dentro de la imagen, una coloración inversa en los contornos de la varita. Preséntase, particularmente, el color púrpura en la parte media y, en los extremos, el azul y el amarillo, respectivamente. Cree el autor que mediante esta varita remueve rayos coloreados, cuando en realidad proyecta una imagen angosta completamente coloreada sobre la pantalla G I. Lleva esta imagen también a la abertura H desplazando y ensuciando los colores que allí aparecen, más aún, impide su desarrollo, por cuanto en la abertura H se hallan recién en curso de elaboración; con gran asombro de todo el que se compenetre de las verdaderas circunstancias, que no concibe cómo uno pudo recurrir tan empeñosamente al artificio para embrollar un fenómeno, cómo un hombre tan magníficamente dotado pudo hacer en este caso precisamente lo que negaba. Así también, lo que sigue es totalmente reñido con la realidad de los hechos.

357. *De este modo, cada uno de los colores puede llegar a ser, como el violeta, el último en el extremo* p *de la sombra, y cada uno de ellos puede llegar a ser, asimismo, como el rojo, el último en el extremo* t *de la sombra.*

358. A un observador superficial ciertamente se le puede hacer creer esto, porque el obstáculo *r* origina nuevos colores quedando removidos los existentes.

Sin embargo, cabe decir que la cosa no es tal como pretende Newton. En los colores intermedios puede producir una confusión, sí, pero no en los extremos; ni en *p* ni en *t* puede aparecer jamás el verde. Véase el párrafo subsiguiente, donde el autor dice una vez más lo contrario de lo que quiere decir.

359. *Más aún, algunos colores pueden originarse en los contornos de la sombra determinada por el obstáculo dentro de la imagen coloreada.*

360. Aquí admite, pues, que por su obstáculo *r* determina sombras y que en los contornos de dichas sombras se perciben bordes coloreados. ¡Y esto lo dice para demostrar que la línea de separación de la luz y la sombra no influye sobre el color! No conocemos en los anales de las ciencias ningún caso en que hayan sido llevadas tan lejos la obstinación y la insolencia.

361. *Por último, cada uno de los colores, removidos todos los demás, es susceptible de quedar limitado a ambos lados por la sombra.*

362. No negamos, por cierto, que el color desarrollado de la imagen prismática pueda ser pasado individualmente por una abertura y aislado en esta forma; y es claro que mediante la varita puede lograrse un efecto similar; pero el observador atento ve aparecer incluso en este color desarrollado, como consecuencia de esa limitación, el color complementario, que dadas las condiciones confusas en que tiene lugar el experimento puede escapar a la atención de las personas poco avezadas. En vano, pues, el autor saca esta conclusión:

363. *Todos los colores son indiferentes a los contornos de la sombra.*

364. En el Esbozo hemos señalado claramente que en la refracción los contornos de la sombra obran sobre los colores con arreglo a leyes determinadas.

365. *De modo que las diferencias que estos colores acusan entre sí no derivan de los contornos de la sombra, en el sentido de una diferente modificación de la luz, como hasta ahora han creído los filósofos.*

366. Como sus premisas son falsas y toda su exposición es incorrecta, su conclusión lógicamente es vana, y esperamos rehabilitar a los filósofos anteriores a Newton, que habían estudiado los fenómenos desde el ángulo correcto, no obstante ocasionales extravíos.

Al final de su exposición el autor se descuida un poco.

367. *Respecto a este experimento, es de señalar que cuanto más angostas son las aberturas* F *y* H, *más grandes las distancias que median entre ellas y el prisma y más*

pronunciada la oscuridad reinante en el cuarto, tanto más positivos son los resultados, siempre que la luz no esté atenuada hasta el punto de impedir que los colores puedan ser percibidos con suficiente distinción en pt.

368. Admite, pues, que a causa de la distancia que media entre la ventana y el prisma, por un lado, y entre éste y las pantallas, por otro, son muy débiles las luces con que se opera. Prescribe que las aberturas no sean apenas rendijas, así que la imagen coloreada resulte sumamente angosta, y sin embargo, postula que pueda observarse con exactitud el color que marca el contorno. En definitiva, empero, su intención es sustraer todo a los sentidos, producir colores apagados, para poder operar tanto mejor en medio de ellos con la varita *r*. Pues para todo el que lleve a cabo el experimento, como más tarde lo presentaremos, con luz intensa es evidente la falsedad de este aserto del autor.

369. Como sería difícil encontrar un prisma de vidrio macizo suficientemente grande para este experimento, se requiere un recipiente prismático confeccionado con placas de vidrio pulido y lleno de agua salada o de aceite.

370. Más arriba ya hemos censurado el procedimiento newtoniano de repetir en ocasión de cada experimento la descripción de su aparato, sin señalar la relación existente entre los distintos experimentos llevados a cabo a base del mismo aparato; aquí también cabe mencionar que Newton echa mano de su prisma hueco cada vez que necesita la parte media blanca y por lo tanto tiene que desplazar por refracción una imagen grande.

371. Cosa extraña, primero introduce subrepticiamente esta parte media blanca y luego deja que ella llegue a predominar de tal modo que ya no es cuestión de los contornos que la delimitan. ¡Y todo esto tiene lugar delante de las narices de los sabios y los investigadores, por lo demás tan celosos de la dilucidación exacta y tan prontos a la actitud criticista!

Segundo experimento

372. Como este experimento es también uno de los organizados a base de una combinación de prismas y lentes, su estudio debe quedar reservado para más tarde. Podemos pasarlo por alto aquí, máxime como Newton consigna después otro equivalente que, según su propia admisión, es más fácil de llevar a cabo y, bien mirado, torna el presente totalmente superfluo.

Tercer experimento

Véase lám. XIV, fig. 2ª.

373. *Otro experimento similar, más fácil de llevar a cabo, es el siguiente: Hágase penetrar un ancho rayo de sol...* Lámina XIV

374. Aquí el autor postula de pronto un rayo de sol ancho. En otras palabras, debe ser grande la abertura por la que penetra la luz; más aún, puede colocarse el prisma al aire libre, al sol.

375. *...por una abertura practicada en el postigo de la ventana en un cuarto oscuro y atravesar un gran prisma A B C...*

376. Nuestro prisma hueco común se presta muy bien para este experimento.

377. *...cuyo ángulo refringente C tenga una abertura de más de 60 grados.*

378. Este aumento de abertura del ángulo refringente es, particularmente en el caso del presente experimento, una condición totalmente superflua y sólo sirve para dificultar un experimento de por sí muy sencillo, por cuanto exige un aparato más complicado que aquél del que se dispone comúnmente.

379. *Hágase caer la luz emergente del prisma sobre el papel blanco* D E *pegado sobre cartón; esta luz, si el plano del papel es perpendicular a ella, tal como está indicado en* D E, *aparece en el papel completamente blanca.*

380. He aquí, al fin, una luz pasada por un prisma, refractada y completamente blanca. Con riesgo de aburrir a nuestros lectores señalaremos una vez más la génesis de esta luz.

381. En el tercer experimento de la parte primera, el autor nos presenta un espectro completamente coloreado, y a base de él, mediante toda clase de experimentos ulteriores y conclusiones, "prueba" la diferente refrangibilidad. Hecho esto, al final de la reseña del quinto experimento aparece de improviso una luz refractada, pero todavía blanca. Poco después se presenta también la imagen coloreada que tiene la parte media blanca y el autor comienza a operar en esta parte media blanca, a veces hasta sin admitirlo. Y ahora, porque no reconoce el efecto de la línea de separación de la luz y la sombra, niega en la pantalla D E todo fenómeno cromático. ¿Por qué no menciona los bordes coloreados que se originan en los dos extremos A C de la cara interna del prisma? ¿Por qué la pantalla D E no está indicada en escala más grande? Será porque en tal caso el autor necesariamente tendría que tomar en cuenta los bordes que aparecen en ella.

382. Obsérvese ahora la figura, el haz de líneas que se dirige hacia el prisma, lo atraviesa y emerge del otro lado. Con este haz el autor se propone representar un espacio completamente blanco. Sin embargo, estas líneas recuerdan los rayos hipotéticos. Véase ahora lo que pasa con la pantalla D E. Está colocada en la posición *d e*. ¿Y qué ocurre en *e*? La luz refractada llega, blanca, el contorno de la pantalla y origina en él inmediatamente una serie cromática, que en la posición indicada es la del amarillo y rojo amarillento. El borde y el limbo que aquí aparecen se extienden sobre toda la pantalla, a causa de la posición inclinada de la misma; de suerte que allí donde Newton niega el borde, el contorno, tiene que producir precisamente un borde para representar el fenómeno a que se refiere. En la posición *d e* las cosas ocurren al revés: aparece el borde violeta, que asimismo se extiende sobre toda la pantalla.

Como Newton no llega a comprender que aquí obra el contorno de la pantalla, prosigue, aferrado a su noción errónea:

383. *Y si la luz, antes de caer sobre el papel, es refractada dos veces en la misma dirección por sendos prismas paralelos, estos colores se presentan mucho más vivos.*

384. ¿Conque una luz puede ser refractada dos veces por sendos prismas dispuestos el uno detrás del otro y sin embargo permanecer blanca y llegar así a la pantalla D E? ¡Tome buena cuenta de ello el lector! Que cuando luego se opera con esta luz blanca dos veces refractada los colores se presentan con mayor viveza es natural, toda vez que la imagen experimenta un doble desplazamiento. Mas este dispositivo, que no es nada fácil de procurar, puesto que el autor exige dos prismas huecos, con una abertura de ángulo mayor de 60 grados, por añadidura, es una vez más totalmente superfluo; pues el uso de un solo prisma permite representar los colores con suficiente viveza y quien así no se dé cuenta de su génesis no se enterará de ella tampoco en base al segundo prisma.

385. *Resultaba aquí que todas las partes medias del rayo ancho eran teñidas por completo de un mismo color por la luz blanca que caía sobre el papel, sin que interviniese para nada un contorno de sombra susceptible de modificarla.*

386. Hemos demostrado más arriba que el propio contorno del cartón oficia aquí de contorno y proyecta sobre el papel su penumbra coloreada.

387. *El color era en el medio del papel el mismo que en los extremos.*

388. ¡En absoluto! Pues el observador atento puede percibir sin dificultad en el contorno ora el rojo amarillento, del que se desarrolla el amarillo, ora el azul, del que deriva el violeta.

389. *El color sólo se modificaba en función de la posición más o menos inclinada de la pantalla, sin que nada cambiase en la refracción, la sombra ni la luz.*

390. Newton da a su cartón una posición más o menos inclinada y afirma que las circunstancias no han experimentado cambio alguno. Lo mismo afirmó, con idéntica incongruencia, en ocasión del experimento precedente. Como siempre pasa por alto los factores principales y se olvida de sus premisas, su *ergo* es siempre el mismo.

391. Esto me recuerda que Basedow, quien fue un hombre dado a la bebida y en los mejores años de su vida hizo en amable tertulia gala de un ánimo festivo, solía afirmar que la conclusión *ergo bibamus* rezaba con todas las premisas. Hace buen tiempo: *¡ergo bibamus!* Hace mal tiempo: *¡ergo bibamus!* Estamos entre amigos: *¡ergo bibamus!* Hay aquí unos tipos insoportables: *¡ergo bibamus!* Así también Newton agrega su *ergo* a las premisas más diferentes. La imagen luminosa refractada aparece completa y constantemente coloreada; *ergo* la luz es diferentemente refrangible. Trae ella la parte media blanca; sin embargo, es diferentemente refrangible. En determinada oportunidad es completamente blanca; sin embargo, es diferentemente refrangible. Así también, tras haber recurrido en estos tres experimentos a dobles y triples contornos y líneas de separación de la luz y la sombra, Newton infiere aquí:

392. *De ahí que estos colores deben derivarse de otra causa que no es la de nuevas modificaciones de la luz a raíz de refracción y sombra.*

393. Esta especie de "lógica" la ha transmitido a sus adeptos, los que hasta el día presente vienen repitiendo su eterno *ergo bibamus*, que es no menos ridículo y mucho más irritante que el de Basedow lo fue a veces cuando prodigó su humorada con excesiva frecuencia.

394. Huelga decir que el autor se apresta a reglón seguido a indicar la causa a su manera. Continúa como sigue:

395. *Si se pregunta entonces por su causa, respondo: El papel, en la posición* d e, *está más inclinado con respecto a los rayos más refrangibles que con respecto a los menos refrangibles y en consecuencia se halla iluminado por éstos en mayor grado que por aquéllos; de ahí que en la luz reflejada por la pantalla predominan los rayos menos refrangibles.*

396. ¡Hay que ver las vueltas extrañas con que tiene que andarse el autor para explicar su fenómeno! Primero tuvo una luz refractada y sin embargo com-

pletamente blanca; en ella no aparecen colores cuando la pantalla está derecha, pero en cuanto ésta se inclina se desarrolla el fenómeno cromático. Como no quiere saber nada con los bordes y limbos, de acción unilateral, supone que al acentuarse la posición inclinada de la pantalla se origina efectivamente el espectro entero, pero que sólo llegue a ser visible uno de los extremos. ¿Por qué no se torna visible jamás el verde contiguo al amarillo? ¿Por qué se puede pasar el amarillo sobre la pantalla blanca, en forma que siempre desemboca en el blanco, sin que nunca se origine el verde?; cosa muy natural, toda vez que aquí el borde amarillo y rojo amarillo obra sólo de un modo unilateral y el opuesto no puede ir a su encuentro. En el segundo caso, el borde obra asimismo en forma unilateral; se originan el azul y el violeta, sin que

397. puedan aparecer e ir al encuentro el amarillo y el rojo amarillento.

Para poner de manifiesto con toda claridad que estos colores se originan aquí únicamente por la acción del contorno, hemos indicado respecto a este experimento una pantalla con eminencias, pernos, segmentos de esfera, para que salte a la vista que sólo un contorno que proyecta una sombra puede producir colores dentro de la luz refractada, pero todavía blanca.

398. *Allí donde estos rayos menos refrangibles predominan en la luz, la tiñen de color rojo o amarillo, según se infiere en cierto modo de la primera proposición de la parte primera del presente tomo...*

399. Este "en cierto modo" newtoniano quiere decir "en modo alguno". Pues para que algo pueda inferirse de la proposición, ésta debe estar demostrada; empero, hemos explicado detenidamente que no ha quedado demostrada; de modo que no cabe aducirla como prueba de nada.

400. *...y más adelante se pondrá en evidencia aun más claramente.*

401. Esperamos demostrar la inconsistencia de lo que sigue más adelante, del mismo modo que hemos puesto de manifiesto la falsedad de lo que el autor ha expuesto aquí.

Cuarto experimento

402. Aquí Newton trae a colación el caso de las burbujas de agua de jabón, que cambian de color, sin que pueda decirse que se modifica la línea de separación de la luz y la sombra. Sin embargo, los fenómenos referentes a las burbujas de agua de jabón pertenecen a una categoría totalmente distinta, según hemos señalado explícitamente en nuestro Esbozo.

403. Si bien en términos generales se afirma que el color presupone una luz y una sombra, una luz y una no-luz, esta condición puede darse de diversos modos. En el caso de la refracción, ella se presenta bajo el aspecto específico de un desplazamiento de la línea de separación de la luz y la sombra.

404. *Cabe agregar a estos experimentos el décimo experimento de la parte primera del presente tomo.*

405. Podemos pasar por alto este párrafo, pues ya en ocasión de nuestro análisis de dicho experimento nos hemos referido a él.

SEGUNDA PROPOSICIÓN. SEGUNDO TEOREMA

TODA luz homogénea tiene un color específico correspondiente a su grado de refrangibilidad, y ni la reflexión ni la refracción pueden modificar este color.

406. *En los experimentos referentes a la cuarta proposición de la parte primera del presente tomo, una vez separados los rayos heterogéneos...*

407. Hemos señalado más arriba lo precario y problemático de esta separación. El propio Newton admite a renglón seguido qué hay, en realidad, con la tal separación:

408. *...el espectro* pt, *originado por los rayos separados, aparecía teñido progresivamente...*

409. ¡He aquí, pues, un desarrollo progresivo! Un desarrollo continuo, ¿no?

410. *...desde el extremo* p, *donde incidían los rayos más refrangibles, hasta el extremo opuesto* t, *donde llegaban los rayos menos refrangibles, de las series de colores...*

411. ¡Fíjese bien el lector: series!

412. *...violeta, índigo, celeste, verde, amarillo, anaranjado y rojo, simultáneamente...*

413. ¡Simultáneamente!

414. *...con todos sus matices...*

415. Conque las series no aparecían separadas entre sí, sino unidas por matices intermediarios. ¡Fíjese el lector en lo que sigue!

416. *...en un orden continuo, que variaba constantemente...*

417. De modo que primero se nos habla de colores separados y luego de un orden continuo de los mismos. ¡Hay que ver cuán arteramente se combina aquí la verdad con la mentira! Es mentira que en ese experimento hayan sido separados los colores; es verdad que aparecen en un orden continuo.

418. *...en forma que se presentaban tantas gradaciones de colores cuantos tipos de rayos diferentemente refrangibles existen.*

419. Aquí el autor habla de pronto de gradaciones. En una serie continua representada al modo de Newton no hay gradaciones naturales, pero sí artificiales. Mas como la Naturaleza, que niega, acude furtivamente en ayuda de su sistema artificial de gradaciones en parte ya es sabido de nuestros lectores, en parte habrá de ser expuesto más adelante.

Quinto experimento

420. *Como queda dicho, estos colores no podían ser modificados por refracción. Me di cuenta de ello cuando procedí a someter mediante un prisma pequeña parte ora de éste, ora de aquel color a una nueva refracción; pues en ningún caso esta nueva refracción logró modificar en lo más mínimo el color de la luz.*

421. Más arriba hemos señalado las verdaderas circunstancias de este fenómeno. Fíjese bien el lector en qué van a quedar estas afirmaciones rotundas: "en ningún caso", "en lo más mínimo".

422. Queremos intercalar aquí una observación que propiamente pertenece a la reseña histórica de la teoría de los colores. Hauy, en su "Manual de la Física", transcribe esta afirmación categórica de Newton; pero el traductor alemán se ve obligado a agregar una nota al pie, del siguiente tenor: "Señalaré más adelante, en base a mis propios experimentos, las luces del espectro cromático para las que este aserto rige efectivamente y aquéllas a las cuales no puede aplicarse". De modo que aquello de cuya verdad absoluta depende la solidez de la teoría newtoniana rige para unos casos y no rige para otros. Hauy transcribe sin reservas la teoría de Newton, que así se graba sin reservas en la mente de los jóvenes franceses; el alemán, en cambio, se ve obligado a postular determinadas condiciones, y sin

embargo, esta teoría condicionada y por ende destruida continúa imperando: se la publica, se la traduce y el público tiene que pagar por enésima vez por esta quimera. Por cierto que en eso el propio Newton dio la pauta, como en seguida lo veremos.

423. *Cuando era refractada una parte de la luz roja, su color rojo no experimentaba la menor modificación.*

424. Comienza Newton otra vez por el rojo, que es propicio a sus fines, para que todo observador comience a su vez por dicho color y, luego de haberse atareado lo bastante con él, renuncie a la observación de los demás colores o por lo menos se aboque con ideas preconcebidas al estudio de los respectivos fenómenos. Por eso el autor insiste en sus aseveraciones rotundas:

425. *Ni el anaranjado ni el amarillo, el verde ni el azul, en una palabra, ningún color nuevo se originaba a raíz de esta refracción; el color no era modificado, tampoco por repetidas refracciones, sino que seguía siendo el mismo en todo momento.*

426. Más arriba hemos expuesto detenidamente las verdaderas circunstancias.

427. *Comprobé idéntica inmutabilidad y persistencia en el azul, el verde y otros colores.*

428. Si el autor tiene la conciencia tranquila, ¿por qué no menciona aquí los colores en su orden natural? ¿Por qué no hace mención del amarillo, en que se presentan tan vivamente los bordes complementarios? ¿Por qué menciona el verde, donde también son evidentes, en último lugar?

429. *Asimismo, cuando a través de un prisma miraba un cuerpo iluminado por una parte de esta luz homogénea, como está consignado en el décimocuarto experimento de la parte primera del presente tomo, no observaba ningún nuevo color originado en esta forma.*

430. De esto también hemos hablado ya más arriba.

431. *Todos los cuerpos iluminados por luz compuesta aparecen a través del prisma borrosos, como hemos expuesto ya más arriba, y teñidos de diversos colores nuevos; en cambio, los cuerpos iluminados por luz homogénea se presentaban a través del prisma ni borrosos ni teñidos de otros colores que cuando los miraba a simple vista.*

432. Hay que tener la vista muy débil o la mente muy ofuscada para observar y opinar así.

433. *La refracción del prisma utilizado no modificaba en absoluto los colores de dichos cuerpos.*

434. ¡Tome nota el lector siquiera por un instante de esta negación terminante y fíjese en lo que Newton escribe a renglón seguido!

435. *Hablo aquí de una modificación apreciable (sensible) del color;...*

436. Desde luego, sólo puede apreciarse lo que es apreciable.

437. *...pues la luz que llamo homogénea...*

438. Aquí vuelve a asomarse el jefe de cosacos.

439. *...no es absolutamente homogénea, y no puede descartarse la posibilidad de que su heterogeneidad determine una leve modificación del color.*
Pero si esta heterogeneidad está tan reducida como en aquellos experimentos referentes a la cuarta proposición, la modificación no es apreciable.

440. Relea el lector lo que hemos expuesto respecto a esos experimentos, en cuya ocasión hemos tenido en cuenta también el presente párrafo, y se convencerá de que la llamada heterogeneidad newtoniana ni puede ser reducida siquiera y es una de esas fintas a que recurre el autor para sus fines sofísticos. Lo mismo cabe decir de la homogeneidad. Todo lo que afirma rotundamente en sus proposiciones lo condiciona después refugiándose o en lo infinito o lo indefinible. Así se comporta también en el presente caso, pues escribe a modo de conclusión:

441. *Por lo tanto, en los experimentos donde los sentidos son los jueces...*

442. ¡Otra formulación capciosa! Los sentidos no son de ningún modo jueces, pero sí magníficos testigos, siempre que estén sanos por fuera y por dentro no corrompidos.

443. *...no debe tomarse en cuenta el margen de heterogeneidad que pueda subsistir.*

444. Aquí la serpiente vuelve a morderse la cola y presenciamos por enésima vez el mismo proceder. Primero se afirma que los colores no se modifican en lo más mínimo, luego se admite cierta modificación apreciable, esta modificación apreciable es maltratada, hasta que se reduce una y otra vez, pero sin que sea posible sustraerla a los sentidos, y por último se la declara despreciable. ¡Valiente miseria quedaría hecha la física, si hubiese sido tratada en esta forma a través de todos sus capítulos!

445. *Como la refracción, la reflexión no logra modificar estos colores. Pues todos los cuerpos blancos, grises, rojos, amarillos, verdes, azules y violetas, como el papel, la ceniza, el minio, el oropimente, el índigo, el azul de montaña, el oro, la plata, el cobre, el pasto, el palo nefrítico, las violetas, las burbujas de agua teñidas de distintos colores, las plumas de papagayo, etcétera, aparecían con luz homogénea roja completamente rojos, con luz azul completamente azules, con luz verde completamente verdes, etcétera.*

446. Si Newton no nos tuviese acostumbrados ya a las aseveraciones reñidas con la verdad, no concebiríamos que llegara a hacer una afirmación tan escandalosamente falsa. El experimento es tan sencillo y tan fácil de llevar a cabo que no es tarea difícil hacer resaltar la inconsistencia de este aserto.

En rigor este experimento pertenece al capítulo de la mezcla aparente, donde lo hemos consignado (E. 565, 566).

447. Ahora bien, ¿por qué Newton echa mano de polvos coloreados, flores, cuerpos diminutos que no son fáciles de manipular, cuando las grandes superficies coloreadas, señaladamente el papel coloreado, permiten llevar a cabo el experimento en forma mucho más cómoda y, sobre todo, clara, circunstancia que ha de revestir particular importancia para todo el que se esfuerce sinceramente por desentrañar la verdad?

448. Evidentemente, la superficie blanca exhibe todos los colores de la imagen del modo más puro y vivo. El gris también los muestra con pureza, pero ya no tan vivos, y cada vez menos vivo conforme el gris se aproxima al negro. Las superficies coloreadas dan origen a la mezcla aparente y los colores del espectro se presentan más vivos y hermosos o más apagados y confusos, según que armonicen o sean incompatibles con el color del papel; mas en tanto que pueden mezclarse con el color del papel y dar origen a un nuevo color, éste nace efectivamente. Tales son las verdaderas circunstancias del fenómeno, según puede convencerse todo el que exponga un prisma al sol y recoja los colores del espectro uno por uno en papel blanco, gris o coloreado.

449. A renglón seguido el autor, como de costumbre, condiciona lo que acaba de sostener.

450. *Expuestos a la luz homogénea de los distintos colores, todos los colores físicos aparecían completa y exclusivamente del respectivo color, sólo que unos reflejaban la luz en mayor grado que otros.*

451. Sólo en el caso del blanco, del gris y del negro el fenómeno puede ser expresado en términos de una diferencia de grado; en el de todas las superficies coloreadas, como queda dicho, hay que tomar en cuenta la mezcla, ocurriendo las cosas tal como acabamos de señalar.

452. *Sin embargo, no he encontrado ningún cuerpo que, reflejando la luz homogénea, pudiera modificar en forma apreciable el color de la misma.*

453. He aquí otra vez el término "apreciable", y sin embargo, no puede dejarse de apreciar el color púrpura que se origina cuando el extremo rojo amarillento del espectro es proyectado sobre un papel azul o violeta. Lo mismo ocurre con todas las mezclas que nos son conocidas. Es de señalar que no deja de ser capciosa la forma cómo Newton lleva a cabo el experimento a base de cuerpos u objetos físicos, polvos y cosas por el estilo; pues en tal caso la luz reflejada que impresiona la retina proviene, no de una superficie pura, sino de una irregular, de puntos iluminados y puntos sombreados introduciendo en el experimento un factor de incertidumbre e inexactitud. Insistimos, pues, en que se lo haga a base de papeles bien coloreados y lisos pegados sobre cartón. Con tafetán, raso o paño fino resultará más o menos hermoso y exacto.

Claro está que Newton concluye una vez más con su infaltable *ergo bibamus.* De modo tajante agrega:

454. *De lo cual se infiere que si la luz solar consistiese de un solo tipo de rayos, no habría en el mundo más que un solo color. Como por otra parte no es posible producir ningún color nuevo por medio de la reflexión y la refracción, la diversidad de colores depende de la composición de la luz.*

455. Dejamos que nuestros lectores, que saben qué hay con las premisas, juzguen por sí solos de esta conclusión.

Definición

456. *Respecto a la luz homogénea, los rayos homogéneos que aparecen rojos o, más bien propiamente, hacen aparecer rojos a los objetos, digo que tiñen de rojo; y del mismo modo califico los demás rayos. Cuando me refiero a veces a la luz y los rayos en términos que sugieren que son coloreados o impregnados de colores, no lo digo en un sentido filosófico y estricto, sino en el sentido corriente, tal como el hombre de la calle, si presenciase estos experimentos sería capaz de entenderlos. Pues en puridad los rayos no son coloreados; no hay en ellos más que una disposición y facultad de suscitar la sensación de tal y cual color. Así como el sonido producido por una campana, una*

cuerda de violín u otro cuerpo que suena no es sino movimiento vibratorio y en el aire no hay más que este movimiento, generado por el objeto, y en el aparato sensorial la sensación de este movimiento bajo la forma del sonido, los colores de los objetos no son sino una disposición a reflejar este o aquel tipo de rayos más frecuentemente que los demás; en los rayos, por su parte, no hay más que su disposición a transmitir este o aquel movimiento al aparato sensorial, y en éste, sensaciones de dichos movimientos bajo la forma de colores.

457. Hemos de explicar ante todo cómo bajo el epígrafe de definición fue insertado aquí este curioso párrafo teórico, pues sólo así puede alcanzarse una comprensión cabal del mismo. En cuanto Newton dio a conocer su interpretación del fenómeno prismático, los naturalistas de esa época, percatados de que según esta explicación los colores debían estar materialmente en la luz, le opusieron la teoría ondulatoria, muy en boga en aquel entonces, afirmando que esta teoría se prestaba mejor para explicar o concebir los colores. Newton replicó que daba igual cualquier teoría para interpretar estos fenómenos; que sólo le importaba el hecho de que esta propiedad colorante de la luz se ponía de manifiesto en la refracción, como también, en idéntica forma, en la reflexión, la inflexión, etcétera. Esa teoría ondulatoria, que equiparaba el color al sonido, recibió luego el apoyo de Malebranche y así se impuso también en Francia. Con la presente definición, o declaración, el autor persigue, pues, el propósito de borrar esa diferencia teórica, amalgamar su propia concepción atomística con la dinámica de sus adversarios, para crear la impresión de que entre las dos teorías no exista discrepancia alguna. Dejamos que el lector juzgue por sí mismo de este párrafo y se dé cuenta de la mezcolanza de términos dinámicos y atomísticos.

458. Esta explicación comporta la respuesta a aquellos que preguntan cómo la teoría newtoniana de los colores pudo conservar hasta el día presente su posición predominante, toda vez que más tarde Euler dio renovado impulso a la teoría ondulatoria poniéndola de nuevo de moda. Resulta que todo se reducía a la suposición de que las distintas posibilidades de oscilación latentes en la luz fueran puestas de manifiesto por la refracción y otras condiciones exteriores, de modo que por este lado tampoco se adelantaba, como lo señala y afirma el propio Newton en ocasión de su controversia y en el párrafo arriba transcripto.

459. Mas Newton tiene un motivo especial para mencionar aquí estas circunstancias. Se apresta a medir las relaciones existentes entre los colores de su espectro y a compararlas con las del sonido; para cuyo fin esa teoría ondulatoria le sirve a modo de introducción.

TERCERA PROPOSICIÓN. PRIMER PROBLEMA

Determinar la refrangibilidad de las distintas clases de luz homogénea, tal como corresponde a las distintas clases de colores.

Séptimo experimento

460. El autor se lamentaba que su teoría de los colores quedaba totalmente aislada dentro del mundo de la física; que su interpretación de los fenómenos no armonizaba con la de otros fenómenos, y por lo tanto se abocó a la tarea de vincular las relaciones de su espectro con las del sonido, con miras a afianzar así su teoría.

461. En una tentativa totalmente vana relaciona el presente experimento con el quinto de la parte primera y lo que ha expuesto con motivo de la cuarta proposición; pues, en el fondo, hace caer su espectro habitual sobre el papel en que está dibujado el contorno y marca las líneas de separación de los colores mediante rayas transversales para medir el área ocupada por los respectivos colores y las relaciones de las distancias que median entre ellos.

462. De modo que tras haber desperdiciado mucho tiempo y papel para demostrar, contrariando a la Naturaleza, que el espectro consiste en un número infinito de círculos de color enlazados unos con otros, helos aquí marcando mediante rayas transversales las líneas de separación de los colores.

463. De acuerdo con su hábito de entreverar la verdad y el error, aquí el autor consigna por primera vez la verdad, o sea que los colores del espectro

vertical pueden ser delimitados en forma bastante adecuada mediante rayas transversales, pero la asocia con la creencia errónea de que los colores guardan entre sí proporciones fijas, error al que sus mediciones y cálculos confieren un aparente carácter serio y formal.

464. Nuestros lectores saben ya, están bien al tanto. Les recomendamos volver sobre nuestra quinta lámina, donde hemos dibujado la imagen clara desplazada bajo forma de un cuadrado, pues facilita la compresión del fenómeno. Los colores de las secciones dibujadas aparecen entre rayas transversales paralelas. Primero están separadas por el blanco; luego se superponen el amarillo y el azul dando origen al verde. Éste termina por predominar, pues el amarillo y el azul se pierden en él. Observando esta lámina se ve claramente que todas las secciones que se hagan del fenómeno progresivo resultan diferentes y que sólo aquella encima de la cual está dibujado un óvalo punteado concuerda acaso con el espectro newtoniano. Lo mismo ocurre con la imagen oscura desplazada de la sexta lámina, quedando pues totalmente dilucidado el asunto.

465. Se nos antoja tan evidente el asunto que dejamos de lado las mediciones y los números y cálculos basados en ellas, máxime como cualquiera puede estudiar este edificio levantado sobre arena acudiendo a la propia obra del autor. Afirmamos, eso sí, categóricamente que las terceras, cuartas y quintas elucubradas aquí por el autor son pura quimera y que por este lado no puede ligarse el color con el sonido.

Octavo experimento

466. Tras haber medido aparentemente, en el experimento precedente, el espectro y calculado de una manera incorrecta sus relaciones, el autor pasa a combinar varios medios para determinar en base a la ley encontrada el diferente fenómeno cromático.

467. Para tal fin, coloca por dentro de un prisma hueco, con el ángulo refringente dirigido hacia abajo, un prisma de cristal cuyo ángulo refrigente apunta hacia arriba y hace caer la luz solar a través de este dispositivo. Luego, prueba toda clase de prismas de cristal, hasta que da con uno cuyo ángulo refringente tiene una abertura menor que el del prisma hueco y que por una refracción más pronunciada neutraliza la del prisma hueco, en forma que los rayos incidentes y los emergentes marchan en planos paralelos. Pretende el autor que anulada así la refracción, desaparece el fenómeno cromático.

468. No consignamos ni impugnamos este experimento, por ser notoria su inconsistencia; pues una vez descubierto el acromatismo en circunstancias en que subsistía la refracción y, a la inversa, la cromática en circunstancias en que estaba anulada la refracción, se puso claramente de manifiesto que Newton había pasado por alto un factor importante.

469. Por cierto que se explica el que Newton dejara de ahondar en la investigación de este punto. Pues como creía que el fenómeno cromático tenía su origen en la refracción misma y había afirmado la refrangibilidad, la diferente refrangibilidad, era natural que confundiendo el efecto con la causa sostuviera que a mayor refracción colores más vivos y que un medio más refringente, al anular la refracción de otro menos refringente, anulaba al mismo tiempo el fenómeno cromático; pues la refrangibilidad, como derivada de la refracción, necesariamente obraba a la par de ella.

470. Ha causado asombro el hecho de que Newton, considerado hasta entonces como un investigador exactísimo y un observador muy avezado, pudo llevar a cabo tal experimento y pasar por alto la circunstancia principal. Mas Newton difícilmente se avino a experimentos que no consideraba adecuados a sus fines; de todos modos sólo insistió en aquellos que parecían corroborar su hipótesis. ¿Y cómo iba a concebir una diferente refrangibilidad ajena a la refracción?

471. En el fondo, la teoría newtoniana quedó destruida al descubrirse el acromatismo. Algunos hombres sagaces así lo entendieron, pero se expresaron de una manera harto indecisa al respecto. A la escuela newtoniana, empero, que hacía tiempo estaba atareada en someter dicha teoría a toda clase de reacondicionamientos, no le faltaron los cirujanos que embalsamaran el cadáver para que al modo egipcio estuviera presente en los ágapes.

472. Se habló, aparte de la diferente refrangibilidad, de una diferente dispersabilidad, empleando el término "dispersión" que habían utilizado ya Grimaldi, Rizzetti, el propio Newton y otros, en una acepción específica; pese a que no era adecuado, se lo adaptó al flamante fenómeno, se hizo gran hincapié en él y se salvó así, mediante frases, una teoría que en definitiva consistía tan sólo en frases.

473. Si bien pasamos por alto las mediciones y cálculos hechos por el autor en esta ocasión, y que ya los físicos y los matemáticos han repudiado, no queremos dejar de considerar sus observaciones finales, que marcan la transición a nuevos artificios con que pretende engañarnos. Escribe el autor:

474. *Si se incorporan estos teoremas a la óptica...*

475. Es curioso que haga esta sugestión tan luego a estas alturas de su exposición, en el punto donde se hace más patente su inconsistencia.

476. *...Existen motivos de sobra para tratar esta ciencia en gran escala (voluminously) desde un nuevo punto de vista, no solamente en la exposición de todo cuanto contribuye al perfeccionamiento de la visión, sino también determinando matemáticamente todas las modalidades de fenómeno cromático a que puede dar origen la refracción.*

477. Al seguirse esta recomendación de Newton, en base a su último experimento, se impidió durante largo tiempo el perfeccionamiento de los anteojos dióptricos y la comprensión cabal de la naturaleza del color en general y el determinado por refracción en particular.

Sigue entonces una transición cautelosa a lo que el autor pretende por lo pronto hacernos aceptar buenamente.

478. *Pues sólo es menester que se determinen la separación de los rayos heterogéneos...*

479. Más arriba hemos señalado detalladamente los arreglos curiosos que el autor hace para tal fin y su fracaso en lograr su objetivo. ¡Fíjese el lector ahora en las otras cosas que, según el autor, son menester!

480. *...así como sus distintas mezclas y las proporciones de todas las mezclas.*

481. De modo que primero hay que separar los rayos heterogéneos y luego volver a mezclarlos, determinar su proporción en la separación y en la mezcla. ¿Y para qué ha de servir todo esto? Pronto veremos que le ha de servir al autor para acorralarnos con las mezclas. Por lo pronto promete grandes cosas:

482. *Este razonamiento (way of arguing) me ha permitido encontrar la mayoría de los fenómenos descritos en la presente obra...*

483. Lo que ha hecho fue inventarlos, o más propiamente, adaptarlos a su argumentación.

484. *...y otros que se relacionan en menor grado con esta exposición. Y en vista de los progresos que he hecho en los experimentos, estoy en condiciones de prometer que el que razone y deduzca en forma correcta y trabaje con buenos vidrios y con la cautela que corresponde no quedará defraudado del éxito que espera.*

485. El éxito esperado se reducirá, como ha ocurrido en efecto, a que una hipótesis es destacada cada vez más y la noción preconcebida se enquista en la mente.

486. *Pero primero es preciso determinar los colores que pueden nacer de la combinación de otros mezclados en determinadas proporciones.*

487. He aquí que el autor nos conduce furtivamente hasta una puerta por la que nos invita gentilmente a pasar a otra estancia de su castillo de naipes.

CUARTA PROPOSICIÓN. TERCER TEOREMA

Es posible producir por combinación colores que se parecen en un todo a los colores de la luz homogénea, en lo que al aspecto se refiere, pero de ningún modo en lo que respecta a la inmutabilidad, así como la constitución de la luz. Y conforme se combinan estos colores, pierden en brillo y saturación; la combinación excesiva hasta los diluye y debilita al punto que desaparecen y se transforman en blanco o en gris. Por otra parte, es posible producir colores que no se parecen en un todo a los colores de la luz homogénea

488. Corresponde explicar ante todo qué significa aquí esta proposición, cómo se relaciona con las que le preceden y en qué sentido ha de influir sobre la marcha de la exposición. Newton había afianzado aún más su concepto erróneo de que el espectro se componía originariamente de una serie continua de colores pretendiendo que entrañaba una escala análoga a la de los sonidos.

489. Sin embargo, sabemos que para comprender la verdadera naturaleza del fenómeno es preciso mirar a un tiempo una imagen desplazada clara y otra oscura. Obsérvanse entonces dos colores que cabe calificar de simples: el amarillo y el azul, dos colores exaltados: el rojo amarillento y el rojo azulado, así como dos colores mixtos: el verde y el púrpura. Newton pasó por alto estas diferencias; sólo consideró los colores que origina el desplazamiento pronunciado de una imagen clara, los diferenció y los contó estableciendo que eran cinco o siete y aun infinitos, toda vez que en una serie continua cabe un número infinito de divisiones. Y sostuvo que, cualquiera que fuese su número, eran colores primarios y simples inmanentes en la luz.

490. Mirando más de cerca, empero, no pudo menos que comprobar que algunos de estos colores primarios y simples se parecían en un todo a otros que podían producirse por mezcla. Por cierto que en una exposición adecuada y natural hubiera sido harto difícil explicar cómo lo compuesto podía ser parecido, y aun idéntico, a lo primario y lo primario a lo compuesto; sin embargo, Newton lo consiguió, y vamos a considerar inmediatamente la exposición del autor e ir señalando, como hasta aquí, en breves glosas qué se proponía con tanta mezcla y mezcla de la mezcla.

491. *Pues la mezcla de rojo y amarillo homogéneos produce un anaranjado cuyo aspecto es idéntico al anaranjado contenido en la serie de los colores prismáticos no mezclados; pero la luz del uno es homogénea, en lo que se refiere a la refrangibilidad, en tanto que la del otro es heterogénea; el color del primer anaranjado, mirado a través de un prisma, no se modifica en lo más mínimo, en cambio el del segundo se modifica disgregándose en los colores que lo componen, esto es, el rojo y el amarillo.*

492. Tras habernos abrumado con tantos experimentos diferentes y complicados, ¿por qué el autor no indica también este experimento en forma detallada y exacta? ¿Por qué no se refiere a alguno de los anteriores para que podamos atenernos al mismo? Probablemente es parecido a los que hemos consignado en los párrafos 154-155, donde algunas imágenes prismáticas son superpuestas objetivamente, ya en su totalidad o en parte, y a continuación, miradas a través de un prisma, separadas subjetivamente. Mas Newton sólo persigue el propósito de preparar un subterfugio, para que, si la segunda refracción de sus imágenes cromáticas homogéneas da origen a nuevos colores, pueda decir que aquéllas evidentemente no han sido homogéneas. No se puede, por cierto, con un hombre que así enseña y argumenta.

493. *Del mismo modo, otros colores homogéneos vecinos pueden producir nuevos colores idénticos a los homogénos intermedios a ellos, como el amarillo y el verde.*

494. ¡Hay que ver el artificio al que recurre aquí el autor! Habla del verde homogéneo, cuando todo el mundo tiene el verde por un color compuesto.

495. *El amarillo y el verde originan, pues, el color intermedio de ellos.*

496. Quiere decir una especie de verdegay, que en realidad es el resultado de una dosis grande de amarillo combinada con una pequeña de azul. ¡Fíjese el lector en lo que sigue!

497. *Si se agrega entonces azul, resulta un verde, del color intermedio de los tres de que está compuesto.*

498. De modo que primero sostiene que el verde es un color simple y no reconoce el amarillo y el azul que lo componen; luego habla de una preponderancia del amarillo, la vuelve a anular agregando azul o, mejor dicho, no hace más que duplicar su verde primitivo agregándole otra porción de verde. Sin embargo, él sabe dar una interpretación muy diferente:

499. *Pues el amarillo y el azul que flanquean el verde, cuando sus cantidades se equilibran, lo atraen hacia sí por igual y lo mantienen, tal cual en equilibrio, de modo que ya no se inclina ni hacia el amarillo ni hacia el azul y, por la acción combinada de los mismos, aparece como un color intermedio de ellos.*

500. Hubiera podido ahorrarse el autor mucho tiempo y molestia si hubiese explicado el fenómeno tal cual es, o sea que el azul y el amarillo prismáticos, originariamente separados en el espectro, se combinan luego y dan origen al verde, y que en el espectro no existe un verde simple. Pero él y sus adeptos anteponen la frase a los hechos.

501. *Si se agrega un poco de rojo y violeta a este verde compuesto, no desaparece en seguida, sino que tan sólo pierde en saturación y brillo. Conforme se aumenta la dosis del rojo y el violeta, el verde se diluye cada vez más, hasta que como consecuencia de la preponderancia de los colores agregados se transforma en blanco o en otro color cualquiera.*

502. Aquí se pone en evidencia una vez más el error fundamental de Newton, o sea que pasa por alto el carácter de sombra del color y cree siempre tener que habérselas con luces. Sin embargo, los colores no son luces, sino semiluces, semisombras, que en determinadas condiciones aparecen diferentemente coloradas. Si se superponen estas semiluces o semisombras diferentes, es verdad que poco a poco pierden su color específico, pero de ninguna manera se diluyen. Oscuren la parte del papel blanco sobre la que se proyectan dando origen a una semiluz, semisombra, compuesta de todas las demás que concurren.

503. *Así, por ejemplo, si se agrega al color de cualquier luz homogénea la blanca luz solar, compuesta de toda clase de rayos, este color no desaparece ni se modifica, pero sí se diluye cada vez más.*

504. Si se hace caer el espectro sobre una pantalla blanca expuesta al sol, aparece pálido, como otra sombra cualquiera sobre la cual obra la luz solar, pero sin anularla del todo.

505. *Por último, si se combina el rojo con el violeta, las proporciones diferentes originan un color púrpura diferente, que nunca se parece a ningún color de luz homogénea alguna.*

506. Aquí el autor menciona al fin el color púrpura, el rojo puro y verdadero, que no se inclina ni hacia el amarillo ni hacia el azul. Este color más noble, cuya génesis hemos explicado detenidamente en nuestro Esbozo desde el punto de vista fisiológico, físico y químico, falta en el espectro de Newton, según él mismo lo admite; y falta porque basa su exposición únicamente en el espectro de la imagen desplazada clara y deja de lado el de la imagen desplazada oscura. Pues así como al desplazarse la imagen clara entran en contacto finalmente, en la parte media, el amarillo y el azul dando origen al verde, al desplazarse la imagen oscura terminan por juntarse el rojo amarillento y el rojo azul. El color que constituye el extremo de la escala cromática de Newton y que éste llama rojo es en realidad tan sólo rojo amarillento, de modo que entre sus colores primitivos ni siquiera figura un rojo auténtico. Así les pasa a los que se apartan de la Naturaleza, ponen las cosas al revés, toman lo derivado por lo primario y lo primario por lo derivado, llaman compuesto lo simple y simple lo compuesto; como han comenzado por tergiversar las cosas, necesariamente todo les sale al revés. Y sin embargo, hay espíritus ilustres que se complacen incluso en la realidad puesta al revés.

507. *De estos colores púrpura pueden desarrollarse nuevos colores agregando amarillo y azul.*

508. Da cima, así, Newton a su proceso de mezcla y mezcla de la mezcla. Mas su verdadero propósito se pone de manifiesto en lo que sigue.

Mediante esta mezcla de los colores trata de neutralizar finalmente su efecto específico, empeñado como está en extraer de ellos el blanco; lo que ciertamente no logra, aunque asegure una y otra vez que es factible.

QUINTA PROPOSICIÓN. CUARTO TEOREMA

El blanco y todos los colores grises intermedios del blanco y el negro pueden ser compuestos a base de colores, y el blanco de la luz solar se compone de todos los colores primarios, combinados en la proporción justa

509. Respecto al primer aserto contenido en esta proposición remitimos a nuestros lectores a los capítulos referentes a la mezcla real y la mezcla aparente. También los hemos enterado ya de todo lo atañente a la segunda afirmación. Veamos, no obstante, cómo se las arregla Newton para probar este teorema.

Noveno experimento

510. *El sol penetraba en un cuarto oscuro por una pequeña abertura circular practicada en el postigo y proyectaba la imagen coloreada sobre la pared opuesta. Sostuve en alto un papel blanco, en forma que quedó iluminado por la luz reflejada por la imagen, sin interceptar parte de la luz en su trayecto del prisma al espectro, y comprobé que si el papel era acercado a determinado color más que a los otros colores aparecía de dicho color, pero que si ocupaba una posición más o menos equidistante de todos los colores, así que todos lo iluminaban, se presentaba blanco.*

511. Es muy claro lo que ocurre en este experimento. Se trata de la reflexión incompleta de una imagen coloreada que se halla iluminada en forma moderada, reflexión que tiene lugar de acuerdo con las leyes de la comunicación aparente (E. 588-592). Mas dejemos que el autor diga todo lo que tiene que decir, para exponer luego las verdaderas circunstancias del fenómeno.

512. *Si en esta última posición del papel quedaban interceptados algunos colores, aquél perdía su color blanco y aparecía del mismo color que la restante luz interceptada. De este modo era posible iluminar el papel por luces de distintos colores, particularmente el rojo, el amarillo, el verde, el azul y el violeta, y cada parte de la luz retenía su color específico, hasta que caía sobre el papel y desde él era reflejada hacia la retina, así que, cuando el color quedaba solo y la restante luz interceptada, o cuando predominaba el color, comunicaba al papel su color específico; en cambio, cuando éste estaba mezclado en proporción adecuada con los demás colores, el papel aparecía blanco y producía, pues, este color en combinación con los demás. Las distintas partes de la luz coloreada que son reflejadas por el espectro, esto es, se propagan desde él por el aire, conservan en todo momento su color específico; pues cualquiera que sea la forma cómo impresionan la retina del observador, las distintas partes del espectro se presentan de su color específico. Igualmente, lo conservan cuando caen sobre el papel; pero allí, como consecuencia de la confusión y mezcla de todos los colores, determinan la luz blanca que es reflejada por el papel.*

513. Todo el fenómeno, como queda dicho, no es más que una reflexión incompleta. Téngase presente, en primer lugar, que el espectro mismo es una imagen oscura compuesta de luces-sombras. Si se le aproxima una superficie blanca, pero rugosa, como lo es el papel, todos los colores espectrales son reflejados por ella, bien que débilmente, y el observador atento puede percibirlos aun distintamente. Mas como en todos sus puntos el papel se halla iluminado simultáneamente por todos los colores, éstos se neutralizan en cierto modo dando lugar a una luz crepuscular a la que no cabe atribuir propiamente un color. La claridad de esta luz crepuscular está siempre en función de la del propio espectro, de ninguna manera de la claridad de la luz blanca anterior a su coloración. Y ésta es siempre la circunstancia capital, que Newton alude. Pues ciertamente puede componerse a base de colores muy claros, aunque sean físicos, un gris, que sin embargo se diferencia ya netamente, por ejemplo, de la tiza blanca. Todo esto es muy sencillo y breve en la Naturaleza, y sólo esas teorías falsas y argucias han complicado y estirado el asunto hasta el infinito.

514. Si se hace el experimento haciendo caer la potente luz solar sobre papeles coloreados, que la reflejan hacia una superficie sumida en oscuridad, en el sentido en que hemos expuesto el fenómeno en el capítulo referente a la mezcla y comunicación aparentes, se comprenderá aún más cabalmente las verdaderas circunstancias del fenómeno, o sea que la combinación de todos los colores anula su respectiva naturaleza específica, pero no el carácter de sombra común a todos ellos.

515. En los tres experimentos subsiguientes, Newton vuelve a recurrir a artificios y dispositivos raros, sin indicar, empero, las verdaderas circunstancias de

su aparato y del fenómeno que produce por medio de él. Como de costumbre, ordena los tres experimentos en forma incorrecta, empezando por el más complicado, haciéndole seguir otro que no corresponde en dicho lugar y terminando por el más sencillo. Con objeto de facilitarnos la cosa a nosotros y a nuestros lectores, invertimos este orden y pasamos a considerar el

Décimo experimento

516. *Hágase pasar la luz solar por un gran prisma e intercéptese la luz emergente de dicho prisma con una pantalla blanca, donde la luz formará un área blanca.*

517. De modo que Newton opera aquí una vez más con la luz refractada pero todavía incolora.

518. *Inmediatamente detrás del prisma interpóngase un peine.*

519. ¡Fíjese el lector en el trato rudo que Newton pretende dar a su luz!

520. *El ancho de los dientes debe ser igual a la distancia que media entre cada dos, y los siete dientes,...*

521. ¡Como si un diente estuviese preparado para cada rayo luminoso principal!

522. *...junto con sus intervalos, deben tener una pulgada de ancho. Cuando el papel distaba dos o tres pulgadas del peine, la luz que pasaba por entre los dientes proyectaba distintas series de colores...*

523. ¿Por qué no dice: las series de colores prismáticos?

524. *...que aparecían paralelas unas con respecto a otras y sin un asomo de blanco.*

525. Este fenómeno tenía su origen en la circunstancia de que cada diente tenía dos contornos y la luz refractada incolora se teñía por la acción de dichos contornos al instante de un color específico, hecho que Newton había negado terminantemente en la primera proposición de esta parte de su primer tomo. He aquí precisamente lo inaudito de la exposición newtoniana: primero se niegan las verdaderas relaciones y circunstancias y luego, cuando vengan bien para determinado propósito, se las introduce sin más ni más, y aquí no se ha dicho ni hecho nada.

526. *Si el peine era movido en sentido vertical, estas bandas de colores se corrían a su vez hacia arriba y hacia abajo, respectivamente.*

527. No se trataba en absoluto de las mismas bandas de colores, sino que conforme se desplazaba el peine se originaban en sus contornos cada vez nuevos fenómenos cromáticos dando lugar a imágenes que cambiaban continuamente.

528. *Si el movimiento del peine era tan rápido que no era posible discernir los colores como consecuencia de su confusión y mezcla, todo el papel aparecía blanco.*

529. De modo que este hábil naturalista tortura sus luces homogéneas, hasta que le rinden una vez más el blanco. Para demostrar la verdadera naturaleza de este blanco, hemos ideado un aparato eficaz. El dispositivo newtoniano, que imprime a un peine un rápido movimiento de vaivén, no es cómodo. Utilizamos pues una rueda de delgados rayos que puede ser fijada al eje de nuestro volante. Interponemos esta rueda entre el gran prisma iluminado y la pantalla blanca y la hacemos girar lentamente. Entonces, los rayos, conforme pasan por delante del área blanca de la imagen refractada, forman una vara coloreada, en el orden consabido: azul, púrpura y amarillo. La velocidad con que se suceden estos fenómenos cromáticos depende de la velocidad de rotación de la rueda. Cuando ésta gira con tal rapidez que ya no es posible distinguir los rayos y la rueda parece un disco, se presenta el hermoso fenómeno de que la imagen blanca, con los contornos coloreados, que emerge del prisma aparece con toda nitidez en dicho disco aparente y al mismo tiempo, como éste puede considerarse, después de todo, semitransparente, se forma en la pantalla blanca dispuesta por detrás. Es éste un experimento que pone en evidencia las verdaderas circunstancias y no puede dejar de impresionar gratamente a todo el que lo presencia. Pues aquí no es cuestión de torturar luces de color acabadas, sino que la rápida rotación, que recoge la imagen entera en el disco aparente, hace también que la imagen se proyecte a través de él sobre la pantalla blanca, donde a causa de la velocidad con que gira la rueda no pueden percibirse los colores; la imagen formada en la pantalla se presenta con la parte media blanca, sí, pero es un blanco algo más turbio y apagado, toda vez que el disco, que debe considerarse semitransparente, atempera.

530. El experimento resulta aún más atrayente si mediante un prisma más pequeño se produce el fenómeno cromático en forma que un espectro ya del todo acabado cae sobre los rayos de la rueda. Con máxima luminosidad se presenta en el disco aparente y de un modo no menos constante e inmutable en la pantalla blanca. ¿Cómo es que no sobreviene, en este caso, la confusión y la mezcla? ¿Cómo es que los rayos de la rueda que gira vertiginosamente no entreveran los

colores acabados? ¿Por qué Newton opera esta vez, no con sus colores acabados, sino con colores en formación? Únicamente para poder decir que se han formado y, por mezcla, transformado en el blanco, cuando en realidad el área sólo se nos presenta blanca por la circunstancia de que los rayos que pasan sucesivamente no marcan su contorno y en consecuencia no puede originarse el fenómeno cromático.

531. El autor, en tren de operar con el peine, agrega algunos experimentos más, no numerados, que vamos a considerar brevemente.

532. *Si el peine permanece inmóvil y el papel se aleja gradualmente del prisma, las distintas series de colores se ensanchan, se superponen y mezclando sus respectivos colores se diluyen unos a otros, al punto que terminan por volverse blancos.*

533. Para darse cuenta de lo que pasa cuando en una pantalla alternan angostas franjas blancas y negras, nada mejor que un experimento subjetivo. Pues los bordes se originan de acuerdo con la ley que rige estos fenómenos en los contornos tanto del negro como del blanco, los limbos se superponen tanto al blanco como al negro y así el limbo amarillo alcanza pronto el borde azul dando lugar al verde, y el borde violeta el rojo amarillento originando el color púrpura, de modo que se perciben simultáneamente el sistema de la imagen desplazada blanca y el de la imagen desplazada negra. Mas si el observador se aleja más de la pantalla, los bordes y limbos se superponen y se confunden de tal modo que no se ven más que franjas superpuestas de color verde y púrpura.

534. El mismo fenómeno puede producirse objetivamente operando con un peine delante de un gran prisma, experimento que permite ver distintamente las franjas de color verde y púrpura que alternan en la pantalla blanca.

535. Newton se equivoca, pues, al sugerir que todos los colores se confunden, cuando en realidad sólo pueden mezclarse los colores de los bordes opuestos, los que precisamente al mezclarse impiden que se mezclen los demás. La circunstancia de que estos colores, a medida que se aleja la pantalla, aparecen más diluidos se debe al hecho de que se ensanchan y pierden en viveza; de que su efecto casi termina por cesar y cada uno de ellos se vuelve apagado, no porque se mezclen y den origen al blanco. Aquí ni tiene lugar la neutralización que se supone en otros experimentos.

536. *Si mediante un obstáculo...*

537. Aquí el autor recurre otra vez a un obstáculo, que en el primer experimento de la segunda parte le ha dado tan mal resultado y con el cual aquí no tiene mejor suerte.

538. *...se remueve la luz que ha pasado por uno de los espacios intermedios de los dientes del peine, de modo que queda anulada la serie de colores proveniente de ella, se observa que la luz de las series restantes toma el lugar de la serie removida y el color.*

539. El observador atento comprueba algo muy diferente. Si se tapa uno de los espacios intermedios del peine, sólo se obtiene un diente, que, de ser los espacios intermedios del mismo ancho que los dientes, es tres veces más ancho que los demás; y en los contornos de dicho diente se origina el mismo fenómeno que en los de los menos anchos: el limbo violeta gravita hacia adentro y el borde rojo amarillento marca el otro extremo. Es posible que a la distancia dada estos dos colores aún no entren en contacto a través del diente ancho cuando ya han entrado en contacto a través de los dientes menos anchos; de suerte que mientras en los demás casos ya se ve el color púrpura, aquí el rojo amarillento y el rojo azulado aparecen todavía separados.

540. *Si se hace caer esta serie interceptada de nuevo, como antes, sobre el papel, los colores de la misma se superponen a los de las demás series, se mezclan con ellos y vuelven a originar el blanco.*

541. En absoluto; la verdad es que, como hemos expuesto ya más arriba, las series de colores que pasan por los espacios intermedios de los dientes angostos sólo se vuelven apagados a tal distancia, determinando una claridad equívoca, no tanto incolora, sino más bien multicolor.

542. *Si se coloca la pantalla en posición muy inclinada con respecto a los rayos incidentes, así que los rayos más refrangibles son reflejados más frecuentemente que los otros, el blanco de la pantalla cede el paso al azul y el violeta. En cambio si se inclina el papel en sentido opuesto, de suerte que los rayos menos refrangibles son reflejados más frecuentemente, el blanco se torna en amarillo y rojo.*

543. Es de señalar que tras haber operado en el tercer experimento de la segunda parte con la luz blanca, aquí Newton lo hace con una luz pasada por los espacios intermedios de los dientes de un peine, a una distancia donde los fenómenos cromáticos originados por los dientes se hallan muy atenuados. Mas esta luz es todavía una luz refractada y mediante cualquier obstáculo acercado a la pantalla es posible producir nuevas sombras y limbos coloreados. Puede repetirse, pues, aquí el tercer experimento, por cuanto los contornos, las rugosidades de la pantalla misma originan o el violeta y el azul o el amarillo y el rojo amarillento, extendiéndolos en mayor o menor grado sobre la pantalla, según que ésta esté inclinada en este o en aquel sentido. De suerte que igual que ese experimento el

presente no prueba nada y renunciamos a exponer a nuestros lectores el *ergo bibamus* que el autor agrega como de costumbre.

Undécimo experimento

544. Aquí el autor consigna ese experimento principal que mencionamos tan a menudo y que hemos expuesto en el capítulo décimonoveno referente a la combinación de los experimentos objetivos y subjetivos (E. 350-355). Es aquel en que una imagen proyectada objetivamente sobre la pared es desplazada hacia abajo, despojada del color y coloreada a la inversa subjetivamente. Newton se cuida muy mucho de mencionar este experimento en el lugar que corresponde; en definitiva no hay para él en su obra ningún lugar que corresponde, pues se trata de un experimento que torpedea su teoría. Sus colores acabados e inmutables merman, se anulan y se invierten aquí haciendo resaltar el carácter inconcluso, perennemente cambiante y versátil de los colores prismáticos. Menciona este experimento, como de paso, porque le ofrece una oportunidad para procurarse luz blanca y operar con ella echando mano de peines. Describe el experimento tal como nosotros lo hemos hecho, pero afirma a su manera que la imagen desplazada hacia abajo subjetivamente aparecía blanca a raíz de la fusión de todos los colores coloreados, cuando aquí, como en todos los experimentos prismáticos, el blanco absoluto indica el punto de indiferencia y la inversión próxima de los colores contiguos en los que tienen como complementarios. Dentro de esta imagen vuelta blanca subjetivamente opera con sus dientes de peine y así, mediante nuevos obstáculos, lejos de extraer de dentro nuevas franjas de colores, las aporta desde fuera.

Duodécimo experimento

545. Aquí, Newton nos presenta un experimento muy traído y llevado, pues consta de nada menos que de cinco o seis experimentos. Como ya sabemos lo que valen; que individualmente no prueban nada, tampoco nos impresionan en su presente combinación.

Por lo tanto, en vez de seguir palabra por palabra la exposición del autor, como hasta aquí lo hemos hecho, nos limitaremos a señalar brevemente los distintos experimentos que componen el presente remitiéndonos a lo que ya hemos expuesto aquí y allá al respecto.

Las componentes del duodécimo experimento

546. 1.ª Se produce en la forma conocida un espectro;

2.ª Este espectro es proyectado sobre una lente y recogido por una pantalla blanca. En el foco se origina la imagen redonda incolora;

3.ª Se desplaza hacia abajo y se colorea subjetivamente esta imagen;

4.ª Se inclina la pantalla y se originan los colores tal como en el segundo experimento de la presente parte segunda;

5.ª Se echa mano de un peine. Véase el décimo experimento de la presente parte.

547. A los lectores interesados en saber cómo Newton describe e interpreta este experimento complicado y qué conclusiones saca de él los remitimos a la propia obra del autor. Aquellos que logren verificar todos esos experimentos comprobarán con asombro lo fútil de esta acumulación de experimentos complicados y engorrosos.

Decimotercer experimento

Véase lám. XIV, fig. 3.ª

548. *En los experimentos arriba descritos, los distintos espacios intermedios de los dientes del peine ofician de otros tantos prismas; cada espacio intermedio produce el fenómeno de un prisma.* *Lámina XIV*

549. Claro, claro; pero ¿y por qué? Porque dentro del área blanca de la imagen refractada por el gran prisma quedan determinados nuevos contornos, esto es, contornos repetidos por los dientes del peine o rastrillo, que dan lugar al fenómeno cromático de acuerdo con las leyes que lo rigen.

550. *Cuando en vez de estos espacios intermedios yo deseaba utilizar distintos prismas y producir, mezclando sus colores, el blanco, echaba mano de tres prismas, o bien tan sólo de dos.*

551. Limitémonos a señalar que no es lo mismo llevar a cabo el experimento con varios prismas, que hacerlo con el peine. Newton, como lo demuestran su figura y la explicación de la misma, utiliza sólo dos prismas; veamos lo que produce mediante, o más propiamente, por entre ellos.

552. *Colóquense dos prismas A B C y* a b c, *de ángulos refringentes B y* b *iguales, el uno paralelo al otro, en forma que el ángulo refringente B del uno toque el ángulo* c *en la base del otro y las dos caras C B y* c b, *donde emergen los rayos,*

apunten en la misma dirección, y recójase la luz emergente en el papel M N, a unas ocho o doce pulgadas del prisma. Los colores que se originan en los contornos interiores B y c *de los dos prismas se mezclan en el lugar P T transformándose en blanco.*

553. Aquí, Newton admite una vez más, de pasada, que los colores se originan en los contornos, hecho que ha negado tan frecuente y terminantemente. Cabe preguntar, por otra parte, por qué esta vez opera tan cerca de los prismas, aleja la pantalla tan sólo ocho o doce pulgadas de los mismos. Y es que a tal distancia el blanco que pretende originar le está dado aún, por cuanto los limbos coloreados de los contornos son aún tan estrechos que no pueden entrar en contacto y dar origen al verde. De modo que contrariamente a los hechos Newton traza en los ángulos B y *c* cinco líneas, como si se desarrollasen dos sistemas espectrales completos, cuando sólo pueden producirse el borde azul y el rojo azulado en *c* y el borde rojo amarillento y el amarillo en B. Por lo demás, es de señalar que si se lleva a cabo el experimento, no de acuerdo con la figura de Newton, sino de acuerdo con su descripción, o sea en forma que los ángulos B y *c* estén en contacto inmediato y las caras C B y *c b* se hallen en un mismo plano, no pueden originarse colores en los puntos B y *c*, porque vidrio está en contacto con vidrio, un medio transparente se une con otro medio transparente y en consecuencia no queda determinado ningún contorno.

554. Como Newton afirma en el curso de su exposición ulterior que el fenómeno tiene lugar cuando los dos ángulos B y *c* no están en contacto inmediato, punto en que estamos de acuerdo con él, es preciso formarnos una idea cabal de lo que ocurre en tal caso, toda vez que aquí la teoría falsa de Newton se aproxima a la verdad. El fenómeno está en curso de desarrollo; en el punto *c*, como queda dicho, nacen el azul y el rojo azulado, y en el punto B, el rojo amarillento y el amarillo. Si se provoca su superposición exacta en la pantalla, el azul anula y neutraliza el rojo amarillento y el rojo azulado obra en el mismo sentido sobre el amarillo, y como entonces el espacio intermedio entre M y N, donde aparecen los otros limbos coloreados, aparece todavía blanco y también el sitio donde esos bordes coloreados se superponen se vuelve incoloro, toda el área se presenta necesariamente blanca.

555. Si entonces el observador se aleja más con la pantalla, de modo que se consuma la imagen espectral y en la parte media se desarrolla el verde, ya no es posible producir mediante la superposición de las partes o del todo áreas incoloras; pues el espectro determinado por el desplazamiento de la imagen clara no puede ser neutralizado ni por sí solo ni por otra imagen idéntica. Si desde arriba se superpone el segundo espectro al primero, de la combinación del rojo amarillento con el rojo azulado nace el color púrpura; la combinación del rojo ama-

rillento con el azul debiera dar origen a una área incolora, pero como la mayor parte del azul ya ha entrado en el desarrollo del verde y el resto ya participa del violeta la neutralización no llega a tener un carácter definido. El rojo amarillento, superpuesto al verde, tampoco lo anula, porque a lo sumo es contrario al azul contenido en el mismo, pero recibe el apoyo del amarillo. Huelga decir que el rojo amarillento, superpuesto al amarillo y al rojo amarillento, se aviva aún más. Queda, pues, claramente establecida la forma cómo se comportan dos espectros acabados cuando son superpuestos total o parcialmente el uno al otro.

556. El único medio de anular en tal espectro acabado la parte media, esto es, el verde, es producir con ayuda de dos prismas sendos espectros acabados, originar mediante la combinación del rojo amarillento del uno con el violeta del otro el color púrpura y hacer coincidir éste con el verde de un tercer espectro acabado. El área en que coinciden estos dos colores aparece incolora, clara y, si se quiere, blanca, pues en ella se combina y se neutraliza la verdadera totalidad cromática anulando toda especificación. Es claro que en tal área no se pone de manifiesto el carácter de sombra de los colores, puesto que los colores que caen sobre ella provienen de tres imágenes del Sol, vale decir, han experimentado una triple iluminación.

557. En esta ocasión hemos de mencionar la feliz idea de volver incolora la luz de las lámparas, que suele determinar una claridad amarillenta, tiñendo los tubos de vidrio que se emplean en las lámparas de Argant de un poco de violeta.

558. He aquí, pues, la verdad, que no es negada. Mas compárese nuestra explicación del fenómeno con la de Newton; se comprobará que la nuestra se ajusta perfectamente a todos los casos, la newtoniana en cambio únicamente a condiciones forzadas y precarias.

Decimocuarto experimento

559. *Hasta aquí, he producido el blanco por mezcla de los prismas.*

560. Hemos señalado detenidamente qué hay con este blanco.

561. *Pasamos ahora a considerar la mezcla de los colores físicos. Agítese agua de jabón diluida hasta que se forme espuma; tras haber estado un poco en reposo esta espuma, el observador atento comprobará en la superficie de las burbujas colores muy vivos. Mas si se aleja hasta un punto donde ya no puede distinguir los colores, la espuma aparece blanca, completamente blanca.*

562. Quien acepte sin chistar el que aquí el autor pase de improviso de un caso de refracción a un caso epóptico a buen seguro aceptará buenamente también todo lo demás que se le diga. Mucho cabe objetar a este experimento; nos limitamos a señalar que aquí se contrapone lo que puede distinguirse a lo que no puede distinguirse, pero que no por tornarse imperceptibles para el sentido exterior humano las cosas dejan de existir, de estar dentro de otras cosas. Un vestido salpicado de pequeñas manchas no se vuelve limpio por la circunstancia de que ellas no se ven a alguna distancia, ni se vuelve blanca la hoja de papel la pequeña letra que la cubre no es preceptible a distancia. Mediante sus reactivos, el químico extrae de las infusiones más diluidas componentes que el sentido sano y normal no descubría en ellas. Y en el caso de Newton ni siquiera puede hablarse de un sentido sano y normal, sino de uno ofuscado por toda clase de prejuicios y artificios y dedicado a conferir un aire de seriedad científica a determinadas hipótesis, como lo demuestra el experimento subsiguiente.

Decimoquinto experimento

563. *Por último, cuando traté de componer a base de polvos de colores, de esos que utilizan los pintores, un blanco, comprobé que todos estos polvos absorbían y anulaban gran parte de la luz que los iluminaba.*

564. Aquí el autor se halla una vez más en el trance de tener que reconocer el carácter de sombra de los colores, sin saber cómo interpretarlo; de suerte que vuelve sobre sus experimentos incorrectos y conclusiones falsas anteriores embrollando cada vez más el asunto.

565. *Los polvos de colores aparecen coloreados en tanto que reflejan la luz de su color específico más frecuentemente que la de todos los demás colores; mas no reflejan la luz de su color específico tan frecuentemente como los cuerpos blancos. Por ejemplo, si se expone minio y un papel blanco en el cuarto obscuro a la luz roja del espectro coloreado, el papel aparece más claro que el minio y en consecuencia refleja los rayos que tiñen el rojo más frecuentemente que el minio.*

566. Esta última es una de esas conclusiones precipitadas a las que Newton nos tiene acostumbrados. Pues el blanco es un fondo claro que, iluminado por la semiluz roja, reacciona a través de ella y realza el rojo prismático. El minio en cambio es desde luego un fondo oscuro, de un color que es parecido al rojo prismático, pero cuya especificación es diferente; este fondo, iluminado por la semiluz roja prismática, reacciona igualmente a través de ella, pero como una semioscuridad. Es claro que el resultado ha de ser un color reforzado, duplicado, oscurecido.

567. *Y si se expone el papel y el minio a la luz de otros colores, la luz reflejada por el papel supera mucho más ampliamente a la que proviene del minio.*

568. Naturalmente, según más arriba hemos explicado en detalle. Pues todos los colores aparecen en el papel blanco de acuerdo con su especificación, sin que se mezclen, deterioren ni ensucien, como ocurre en el caso del minio cuando entra en contacto con el amarillo, el verde, el azul y el violeta. Y nuestros lectores se han enterado ya con anterioridad de que lo mismo ocurre en el caso de los demás colores. No los sorprenderá, pues, sino que antes bien les parecerá ridículo, el párrafo subsiguiente, donde Newton prosigue fastidiado, pero con decisión:

569. *De ahí que cuando mezclamos tales polvos no hemos de esperar que resulte un blanco puro y perfecto, como lo presenta el papel, sino un blanco tétrico, oscuro, tal como acaso nazca de la combinación de la luz con la tiniebla...*

570. ¡Por fin se le escapa esta formulación tanto tiempo regateada! No obstante su obstinación, no puede con el demonio de la verdad que tantas veces le sale al paso. ¡Conque de luz y tiniebla! Es lo que sostenemos nosotros. Hemos derivado los colores de la luz y la tiniebla, y lo que constituye el rasgo fundamental de cada uno de ellos, de cada color específico, y una característica común a todos ellos corresponde, a no dudarlo, también a la mezcla en la cual desaparecen las especificaciones. Asentimos, pues, de buen grado a lo que Newton escribe a continuación:

571. *...o del blanco y negro, esto es, una tonalidad gris, marrón, castaño rojizo, parecida al color de las uñas humanas; o cenicienta, o bien del color de la argamasa, del polvo, del barro de las calles, etcétera. He producido muchas veces tal blanco oscuro mezclando polvos de color.*

572. ¡Nos consta! Quisiéramos, sin embargo, que todos los newtonianos gastasen ropa interior de tal color, para que así pudieran ser distinguidos de las gentes cuerdas.

573. No cabe dudar, pues, de que Newton logra producir a base de polvos de color una tonalidad blanquinegra. Mas, veamos cómo se las arregla para conseguir al menos un gris lo más claro posible.

574. *Así, por ejemplo, compuse a base de una parte de minio y cinco de verdete una especie de color ceniciento.*

575. El verdete en polvo tiene un aspecto claro y harinoso; de ahí que Newton echa mano de él, ansioso como está de rehuir los colores saturados.

576. *Pues estos dos colores están compuestos de todos los demás, así que su mezcla los contiene en su totalidad.*

577. Aquí el autor pretende evitar el reproche de que no componga su "color" a base de todos los colores. Sabida es la controversia que se ha suscitado entre los naturalistas posteriores a Newton acerca de la mezcla de los colores en general y la composición del "color" a base de tres, cinco o siete colores, en particular.

578. *Además, con una parte de minio y cuatro de azul de montaña compuse un color gris que tiraba un poco al púrpura; cuando agregué en una proporción prudencial determinada mezcla de oropimente y verdete, la mezcla perdió el matiz purpúreo y se volvió completamente gris. Mas el experimento me salió mejor sin minio, en la siguiente forma: Agregué al oropimente, en dosis sucesivas, un poco de púrpura saturado y brillante, como lo usan los pintores, hasta que el oropimente perdió su color amarillo y tomó una coloración rosa pálido. A continuación diluí el rojo agregando un poco de verdete y una dosis algo mayor de azul de montaña, hasta que la mezcla tomó una coloración gris o blanco pálido que no tiraba a ningún color en particular. Así resultó un blanco parecido al color de la ceniza o de madera recién cortada, o bien de la piel humana.*

579. También en esta mezcla predomina el azul de montaña y el verdete, que tienen un aspecto harinoso o gredoso. Por más que Newton se empeñase en agregar dosis tras dosis de greda para diluir cada vez más los colores y producir un gris más claro, no le habría servido para nada.

580. *Considerando que estos colores gris y oscuros pueden producirse también mezclando el blanco y el negro, de modo que lo que los diferencia del blanco perfecto no es la naturaleza del color, sino tan sólo el grado de claridad,...*

581. Aquí el autor recurre a una argucia peculiar que se relaciona con una concepción de la que aquí sólo diremos lo que sigue: Cabe imaginarse un papel blanco opuesto al sol o colocado, con el sol radiante, a la sombra; el día va declinando, cae la noche y el papel blanco termina por esfumarse, ante nuestra mirada, en la oscuridad; la potencia de la luz merma gradualmente, como también la reacción del papel, y en este sentido cabe figurarse que el blanco se transforma gradualmente en negro. Mas puede decirse que la marcha del fenómeno es de carácter dinámico, ideal.

582. Es muy otra la situación si nos imaginamos un papel blanco expuesto al sol y lo cubrimos de una tenue capa de tintura negra; le aplicamos una segunda y

una tercera capa, así que el papel toma un color gris cada vez más oscuro hasta que aparece todo lo negro que es posible y ya no se percibe ni un asomo del fondo blanco. En este caso, hemos extendido sobre el papel de un modo atomístico, técnico, una tiniebla real, que puede ser condicionada y atenuada hasta cierto punto, pero de ninguna manera anulada por una luz cruda. Mas he aquí que el autor elige una posición intermedia y recurre, según sus conveniencias, ora al uno, ora al otro, más propiamente, los combina el uno con el otro, como lo veremos en seguida.

583. *...es evidente que para volverlos completamente blancos no hace falta más que aumentar debidamente su luz y que, toda vez que pueden ser vueltos completamente blancos aumentando su luz, la naturaleza de su color es idéntica a la del blanco más perfecto y que se diferencian de éste únicamente por la cantidad de luz.*

584. Un grave mal, que aqueja no sólo a la *Óptica* newtoniana, sino a varios escritos, particularmente de aquella época, es que los autores no tienen un concepto claro de su plataforma, en plena consideración de los hechos reales se elevan de pronto hacia una concepción ideal y luego recaen en la realidad. Se dan así los más extraños modos de representar y explicar las cosas, a los cuales no puede negarse cierto contenido, pero cuya forma comporta una contradicción interior. Lo mismo cabe decir de la forma cómo Newton pretende elevar su gris claro a la categoría del blanco.

585. *Extendí la tercera de las mezclas grises arriba especificadas en gruesa capa sobre el piso de mi habitación, donde daba el sol que penetraba por la ventana abierta. Al lado, puse a la sombra un papel blanco del mismo tamaño.*

586. Veamos lo que ha hecho el autor. Con objeto de volver blanco el polvo oscuro, tien que oscurecer el papel efectivamente blanco; para poder comparar dos cosas y neutralizarlas, se ve obligado a borrar la diferencia existente entre ellas. Es como si se colocase un niño sobre la mesa junto a la cual se halla de pie un hombre y se pretendiese que niño y hombre son de la misma estatura.

587. El papel blanco puesto a la sombra deja de ser blanco, pues está oscurecido, sombreado; el polvo gris extendido al sol no llega a ser blanco, pues no puede sacársele su carácter de sombra. Impuestos del arreglo ridículo, veamos cómo procede el autor.

588. *Luego me alejé unos doce o dieciocho pies, así que no podía ver las rugosidades en la superficie del polvo, ni las sombras diminutas que acaso proyectaran las distintas partes del polvo; entonces, el polvo apareció completamente blanco, al*

punto de superar incluso al papel en blancura, particularmente cuando intercepté la luz que caía sobre el papel proveniente de algunas nubes, en cuyo caso el papel, en comparación con el polvo, apareció de un color gris tan acentuado como antes el polvo.

589. ¡Naturalmente! Si se procede a oscurecer gradualmente el papel con que ha de ser comparado el polvo mediante una sombra cada vez más espesa, claro está que toma un color gris cada vez más acentuado. Ponga el autor el papel al lado del polvo al sol o extienda su polvo sobre un papel blanco expuesto al sol, y se pondrán de manifiesto las verdaderas circunstancias.

590. Pasamos por alto su argumentación ulterior, con que tampoco logra presentar su causa a una luz más favorable. Por último hasta invoca el testimonio de un amigo que asimismo ha tenido por blanco y el polvo gris expuesto al sol, error en que cualquiera incurre fácilmente en tales circunstancias.

591. También dejamos de lado su triunfante *ergo bibamus*, pues para todo el que esté dispuesto a hacer suya la verdadera noción ya hemos expuesto lo suficiente.

SEXTA PROPOSICIÓN. SEGUNDO PROBLEMA

Determinar en una mezcla de colores simples, dadas la cantidad y la cualidad de cada uno de ellos, el color de los compuestos

592. Seguramente nadie duda de que todo esquema cromático pueda ser configurado fácilmente en un círculo. La primera figura de nuestra primera lámina muestra tal esquema en la forma que hemos juzgado más conveniente. Aquí, Newton también se ocupa de este asunto; pero ¡hay que ver cómo procede! Pretende que el espectro se doble en un círculo y que los espacios que ocupan los colores en la circunferencia se determinen de acuerdo con la escala idéntica a la de los sonidos que afirma haber descubierto en el espectro.

593. Empero, aquí surge un nuevo inconveniente: como hay que indicar todos los matices de rojo, el autor se ve obligado a incorporar el rojo puro que falta en su espectro, entre el violeta y el anaranjado, a su círculo de los colores primarios. Es verdad que le basta un pequeño artificio para intercalar y oscurecer también este rojo, como con anterioridad lo ha hecho con el verde y el blanco. Entonces, hay que encontrar centros de gravedad, trazar pequeños círculos, en determinadas proporciones, y líneas para sugerir así el color que nace de la combinación de varios colores dados.

594. No nos detenemos a considerar ampliamente esta disquisición del autor, pues salta a la vista que la distribución de los colores en la circunferencia de dicho círculo no es adecuada, toda vez que no cabe comparación entre el espectro y la escala de los sonidos; así las parejas de colores opuestos no pueden ser derivadas del círculo de Newton. Por lo demás, tras haber medido y calculado de lo lindo, el propio autor escribe: "Considero esta regla suficientemente exacta para los fines prácticos, bien que no sea matemáticamente exacta". Para la práctica, este esquema y la correspondiente operación no tienen valor alguno; y no puede ser de otro modo, como que carecen de todo fundamento teórico.

SÉPTIMA PROPOSICIÓN. QUINTO TEOREMA

Todos los colores del Universo que son producidos por la luz y no dependen de la capacidad imaginativa son los colores de luces homogéneas o están compuestos de tales, exacta o muy aproximadamente de acuerdo con el principio del problema precedente

595. Aquí Newton recapitula lo que ha ido exponiendo en la presente parte segunda del primer tomo de su obra y llega a la conclusión, formulada en esta proposición, de que todos los colores de los cuerpos no son, en definitiva, sino partes integrantes de la luz, que por diversos medios se extraen, arrancan y separan de ella y luego pueden volverse a mezclar. Como hemos considerado paso por paso la exposición de la parte segunda, huelga detenernos en esta recapitulación.

596. Por último, Newton menciona los colores que hemos estudiado bajo el epígrafe de colores fisiológicos y patológicos, afirmando que no pertenecen a la luz; se los saca de encima atribuyéndolos a la imaginación.

Octava proposición. Tercer problema

Explicar por las propiedades descubiertas de la luz los colores prismáticos

597. Cabe preguntar con sorpresa qué tiene que ver aquí este problema. Desde un principio Newton se esfuerza en su *Óptica* por descubrir a través de los colores prismáticos las propiedades de la luz. Si lo hubiese logrado, nada más fácil, ciertamente, que invertir la demostración y derivar los colores prismáticos de las propiedades descubiertas de la luz.

598. Mas este problema se basa una vez más en un artificio. En la figura correspondiente, la duodécima de su parte segunda, Newton presenta por primera vez abiertamente el blanco no modificado situado entre los dos fenómenos coloreados originados en los contornos, tras haberlo introducido furtivamente en repetidas oportunidades, por última vez en el décimotercer experimento a base de dos prismas. Como allí, marca aquí cada uno de los dos bordes coloreados mediante cinco líneas, por las cuales quiere sugerir, al parecer, que en ambos extremos se desarrolla el sistema cromático entero. Por fin el autor reconoce abiertamente los fenómenos que se originan en los contornos; sin embargo, en vez de producir por su simple combinación el verde, se le ocurre la idea peregrina de hacer desarrollarse los colores uno tras otro, superponerse, mezclarse y producir, según él, el blanco, el que ciertamente está ahí, pero en sí y por sí, no nacido de esas luces coloreadas que el autor superpone hipotéticamente unas a otras.

599. Por más que se esforzarse por explicar mediante letras latinas y griegas su concepción tan falsa como descabellada, no tuvo éxito, y sus adeptos devotos y crédulos se vieron obligados a transformar esta representación lineal en un cuadro sinóptico.

Láminas IX y X

600. Gren, en Halle, elaboró tal cuadro sinóptico en lo que se refiere al desplazamiento de la imagen clara, y el censor de nuestras colaboraciones a la revista de literatura en Jena ha hecho lo mismo respecto al desplazamiento de la imagen oscura. Como semejante sistema enrevesado de letras no es comprensible para todo el mundo, hemos dedicado nuestras láminas IX y X a una representación clara del asunto.

601. En las mismas láminas hemos representado también otras series de colores, para ilustrar la mismo tiempo la singular reducción del fenómeno cromático de origen prismático pretendida por el gracioso Wünsch, el cual, empeñado en salvar la interpretación newtoniana, ha recurrido a la más absurda intriga embrollando aún más el asunto que creía simplificar.

602. Volveremos sobre el particular en ocasión de la explicación de las láminas, en cuya oportunidad nos será permitido burlarnos de esos adversarios y de su maestro en justo premio a nuestro esfuerzo.

Decimosexto experimento

603. Este fenómeno sacado de la experiencia práctica y como adosado al procedimiento hipotético seguido hasta aquí por Newton, lo tenemos que elevar a la categoría de experimento antes de poder entender qué se propone el autor.

604. Colóquese el observador junto a una ventana abierta con un prisma cuyo ángulo refringente esté dirigido, como de costumbre, hacia abajo, e inclínese hacia adelante, para evitar que aparezca, por ventura, a causa de refracción, el crucero de la ventana; en el extremo superior del prisma, bajo un borde oscuro, verá un arco amarillo trazado en el cielo claro. Este borde oscuro proviene del extremo externo superior del prisma, como puede comprobarse fácilmente pegando sobre él un poco de cera, que es claramente visible dentro del arco coloreado.

Bajo este arco amarillo se percibe el cielo claro y, más abajo, el horizonte, ya se componga de casas o de montañas, que de acuerdo con la ley aparecen con limbos de color azul y rojo azulado.

Si entonces se inclina el prisma cada vez más hacia abajo, sin dejar ni un instante de mirar a través de él, las casas y el horizonte se van doblando hacia atrás y terminan por desaparecer; en cuanto al arco amarillo y rojo amarillento que se ha visto hasta aquí, se transforma en otro de color azul y rojo azulado, que es aquel del que habla Newton, sin mencionar para nada el arco precedente y su transformación.

605. Mas esto no es aún un experimento, sino meramente un fenómeno empírico. Indicamos a continuación el dispositivo que sugerimos para despojarlo de su carácter accidental y variarlo a la vez que fijarlo en sus condiciones, no sin señalar antes que el fenómeno, tal como se manifiesta junto a la ventana abierta, tiene por base el cielo claro sobre la tierra oscura y que no es fácil invertirlo procurando un cielo oscuro y una tierra clara; lo cual se aplica también a las habitaciones, donde los cielorrasos suelen ser claros y las paredes más o menos oscuras.

606. En este sentido, confecciónese en una habitación no muy espaciosa ni alta el siguiente dispositivo: En el extremo superior de la pared, allí donde el cielorraso arranca de ella, se fija un tira de papel negro junto a otra de papel blanco, y en el cielorraso también dos tiras de papel blanco y negro, respectivamente, en forma que el papel blanco del cielorraso linda con el negro de la pared y el negro del cielorraso con el blanco de la pared. Si se miran estas tiras una al lado y encima de otras, tal como antes se había mirado por la ventana, aparece de nuevo el arco, que desde luego debe ser distinguido de todos los demás determinados por bordes o filetes. Allí donde el arco cruza el papel blanco fijado en el cielorraso, se presenta, como cuando atravesaba el cielo claro, de color amarillo, y allí donde se destaca sobre el papel negro, de color azul. Si entonces se inclina el prisma de nuevo hacia abajo, así que la pared parece doblarse hacia atrás, el arco se invierte de pronto al pasar sobre las tiras de papel opuestas fijas en la pared, presentándose amarillo sobre el papel blanco y azul sobre el negro.

607. Enterado de este fenómeno, cabe observarlo también en circunstancias accidentales, al pasearse por campos nevados o por senderos cubiertos de arena clara junto a césped oscuro. Su explicación requiere una exposición extensa; por lo pronto diremos que en este caso de refracción, que desplaza hacia abajo los objetos que están delante del observador, los objetos o superficies que se hallan encima del observador, probablemente por la acción concomitante de una reflexión, son desplazados hacia el extremo superior del prisma y coloreados en él, según que sean claros u oscuros, con arreglo a la consabida ley. El extremo del prisma aparece como arco, del mismo modo que todas las líneas horizontales existentes delante del observador se presentan, a través del prisma, bajo forma de un arco.

NOVENA PROPOSICIÓN. CUARTO PROBLEMA

Explicar por las propiedades descubiertas de la luz los colores del arco iris

608. Es claro que todo lo referente a los prismas reza también para las lentes, como también que lo que rige para los segmentos de esfera se aplica también a las esferas mismas, si bien concurren también algunas nuevas condiciones y factores. De modo que Newton, al aplicar su teoría, tras haberla aplicado a los prismas y las lentes, también a las esferas y las gotas, obra en consonancia con su marcha teórica y hipotética.

609. Como hasta aquí hemos estado constantemente en desacuerdo con él, es claro que una vez más nos vemos en el caso de disentir del él e interpretar el fenómeno del arco iris a nuestra manera. Mas no nos detenemos aquí en este caso, que cae bajo el dominio de la física aplicada.

DÉCIMA PROPOSICIÓN. QUINTO PROBLEMA

Explicar por las propiedades descubiertas de la luz los colores fijos de los cuerpos naturales

610. *Estos colores reconocen como origen la circunstancia de que algunos cuerpos naturales reflejan determinada clase de rayos má frecuentemente que los demás rayos y otros cuerpos naturales tienen la misma propiedad respecto a otros rayos.*

611. Tome nota desde ahora el lector de que el autor dice "más frecuentemente", no "únicamente" o "exclusivamente", como debiera ser el caso, por lo menos en lo que respecta a algunos colores de absoluta pureza. Si se mira un amarillo puro, se concibe que este amarillo puro refleje únicamente los rayos amarillos; y lo mismo cabe decir del azul puro. Mas el autor se cuida muy mucho de afirmar esto, pues una vez más tiene que dejar una puerta abierta por donde escapar a un adversario incontenible, como no tardarán en ver nuestros lectores.

612. *El minio refleja más frecuentemente los rayos menos refrangibles y por ende aparece rojo. Las violetas derivan su color del hecho de que reflejan más frecuentemente los rayos más refrangibles. Y lo mismo sucede con los demás cuerpos; cada cuerpo refleja los rayos de su color específico más frecuentemente que los demás rayos, y su color se debe a la preponderancia y supremacía de los mismos en la luz reflejada.*

613. La teoría de Newton se caracteriza por la circunstancia de que es muy fácil de aprender, pero muy difícil de aplicar. A quien crea cierta o acepte buenamente la primera proposición de la *Óptica* le parece resuelto para siempre el problema de los colores. Pero el que no se contenta ahí e insiste en aplicar la hipótesis a los fenómenos se ve confrontado por toda clase de limitaciones,

reservas y restricciones, hasta que cada proposición por separado y después la teoría en conjunto se neutralizan por completo ante la mirada atenta del observador. Lo mismo sucede también en el presente caso.

Decimoséptimo experimento

614. *Pues si se exponen a las luces homogéneas que se obtienen resolviendo el problema planteado en la cuarta proposición del primer tomo...*

615. Hemos señalado oportunamente que también allí, pese a todos los esfuerzos, no habíamos obtenido luces más homogéneas que en el experimento prismático ordinario.

616. *...cuerpos de diferentes colores, se observa que cada cuerpo, expuesto a la luz de su color específico, aparece luminoso y brillante.*

617. Nada cabe objetar a esta afirmación, como no sea que se obtiene el mismo efecto valiéndose en este experimento de la imagen prismática ordinaria y no maltratada por toda clase de dispositivos complicados. Es natural que cuando se juntan dos elementos homogéneos el efecto, lejos de disminuir, aumente si la acción del uno supera a la del otro. Si se agrega vinagre concentrado a vinagre común, el líquido así mezclado es más fuerte que el común. La cosa es muy distinta cuando se agrega un elemento heterogéneo, por ejemplo cuando se mezcla el vinagre común con álcali; en tal caso el efecto de ambos se pierde hasta su completa neutralización. Mas Newton no quiere ni puede saber nada de lo homogéneo y lo heterogéneo. Se afana con sus matices y gradaciones, y sin embargo, a la postre se ve obligado a admitir un efecto contrario.

618. *El cinabrio brilla más con la luz homogénea roja, menos con la verde y aún menos con la azul.*

619. ¡Hay que ver lo mal que Newton expresa aquí el fenómeno, tomando en cuenta únicamente el cinabrio y su brillo, pero no la mezcla que determina el vivo color prismático mediante el color físico subyacente!

620. *El índigo brilla más con la luz violeta.*

621. ¿Y por qué? Porque el índigo, que en definitiva no es sino un azul oscuro y saturado, recibe de la luz violeta brillo, claridad y vida; y su brillo merma gradualmente conforme se lo aproxima al verde, al amarillo y al rojo.

622. ¿Por qué el autor habla únicamente del brillo que ha de mermar? ¿Por qué no habla del nuevo fenómeno cromático mixto que se origina en estas condiciones?

623. *El ajo,...*

624. ¿Por qué introduce el autor el ajo en el experimento, y a continuación de los polvos, por añadidura? ¿Por qué no sigue con superficies parejas, papel o tela de seda? Probablemente el ajo sólo quiera decir aquí que la teoría rige también para las plantas.

625. *...refleja la luz verde, la amarilla y la azul de que está compuesto más vivamente que la roja y la violeta.*

626. *Para asegurarse de que estos experimentos tengan todo el relieve posible, hay que elegir los cuerpos que exhiben los colores más subidos y vivos y compararlos. Por ejemplo, si el cinabrio y el azul ultramar...*

627. Como hemos dicho ya en varias oportunidades, no conviene hacer uso de polvos, pues no puede evitarse que proyecten sombras.

628. *...son expuestos juntos (el uno al lado del otro) a la luz homogénea roja, los dos aparecen rojos;...*

629. He aquí otra afirmación que quedará desvirtuada a renglón seguido.

630. *...pero el del cinabrio es un rojo vivo, luminoso y brillante, en tanto que el del azul ultramar es apagado, oscuro y tétrico.*

631. Lo que es muy natural, pues el rojo amarillento realza el rojo amarillento y destruye el azul.

632. *En cambio, si se los expone juntos a la luz azul, uno y otro se presentan de color azul; sólo que el del azul ultramar es potente, luminoso y brillante y del cinabrio débil y oscuro.*

633. Esto también es muy natural y está en consonancia con lo que hemos expuesto más arriba.

Repetimos de muy mal grado estas cosas, de las cuales ya hemos tratado detenidamente; pero es preciso recalcar la falsedad de la teoría newtoniana, puesto que Newton repite una y otra vez sus nociones falsas para inculcarlas en las mentes.

634. *De lo cual se infiere claramente que el cinabrio refleja la luz roja más frecuentemente que el azul ultramar y éste la luz azul más frecuentemente que aquél.*

635. Es una manera peculiar de ventilar un pleito la de comenzar por hacer una afirmación categórica y aproximarse luego, en las observaciones, sólo con palabras y frases a esta afirmación. Pues toda la teoría newtoniana de los colores no es más que fraseología y argucia.

636. *Puede hacerse el mismo experimento sucesivamente a base de minio, índigo u otros dos colores, para observar las diferencias de intensidad de su color y luz.*

637. Nuestros lectores atentos saben ya qué cabe observar al respecto.

638. *Así como la causa de los colores de los objetos naturales se hace patente en estos experimentos...*

639. Nada se hace patente en ellos, como no sea el hecho de que el autor consigna el fenómeno en forma incompleta e inadecuada para amoldarlo a su hipótesis.

640. *...esta causa queda también demostrada con toda claridad por los primeros dos experimentos de la parte primera, toda vez que en tales cuerpos se ha puesto en evidencia que las luces reflejadas diferentemente coloreadas son también diferentemente refrangibles.*

641. En esta forma el final es enlazado artificiosamente con el comienzo; tras haberse afirmado al principio que los colores físicos eran luces, aquí estas luces han quedado transformadas, al fin, en colores acabados y se las llama otra vez en ayuda.

Como ya en aquella oportuniad hemos explicado detalladamente que esos experimentos no prueban nada, desde luego aquí tampoco sirven para apuntalar la teoría.

642. *Es pues un hecho que unos cuerpos reflejan más frecuentemente los rayos más refrangibles y otros los rayos menos refrangibles.*

643. Para nosotros, es un hecho que no existen rayos más y menos refrangibles, sino que los fenómenos pueden ser explicados en una forma más adecuada y más cómoda.

644. *Es ésta no solamente la causa verdadera, sino también la única de estos colores, si se tiene presente que la reflexión de los cuerpos naturales no logra modificar los colores de la luz homogénea.*

645. Newton ha de estar muy seguro de la fe ciega de sus lectores para aventurarse a decir que los colores de la luz homogénea no pueden ser modificados por la reflexión de los cuerpos naturales, tras haber admitido en la página precedente que entre la luz roja reflejada por el cinabrio y la reflejada por el azul ultramar existe una gran diferencia y que la luz azul reflejada por el azul ultramar es muy distinta de la reflejada por el cinabrio. Ahora es evidente por qué recurre allí al artificio de hablar tan sólo del color brillante y claro, apagado y oscuro, pero no de la mezcla que también lo condiciona. No se concibe que un fenómeno tan claro y simple sea tratado de una manera más equívoca y falaz.

Luego de haber admitido más arriba la modificación de los colores prismáticos en los distintos cuerpos, el autor prosigue ahora:

646. *Pues si los cuerpos no pueden modificar en lo más mínimo por reflexión el color de ninguna clase de rayos, su coloración sólo puede ser debida al hecho de que reflejan los rayos de su color específico o los que puedan producir por mezcla.*

647. Aquí el autor habla de improviso de la mezcla, de modo tal que no se sabe bien qué quiere decir. Pero a renglón seguido retira todo lo dicho. Fíjese ahora el lector hasta dónde llega el desparpajo del autor.

648. *Al llevar a cabo estos experimentos hay que esforzarse por asegurar a la luz la máxima homogeneidad posible.*

649. Más arriba hemos señalado ya lo que hay con los esfuerzos tendientes a hacer las luces prismáticas coloreadas más homogéneas de lo que aparecen en el espectro en el experimento sencillo. Aquí, nos limitamos a recordar al lector que Newton prescribió los dispositivos más complicados, de realización poco menos que imposible, para asegurar la máxima homogeneidad. A continuación pretende llevar al lector a desconfiar de los experimentos sencillos, que cualquiera puede hacer:

650. *Pues cuando se procede a iluminar los cuerpos por los colores prismáticos ordinarios, no aparecen del color con que se presentan a la luz del día ni de aquel que es proyectado sobre ellos, sino que exhiben un color intermedio de ambos, como me lo ha enseñado la experiencia.*

651. Aquí el autor admite por una vez una experiencia, la única posible y necesaria; pero al instante vuelve a ponerla en tela de juicio. Lo que rige para el

más simple fenómeno prismático que cae sobre colores físicos rige en todas las circunstancias; por más que se lo haga pasar por aberturas grandes y pequeñas, por lentes de foco corto o largo, nunca puede ser, ni será otro resultado.

652. Veamos cómo procede el autor para aumentar las dudas de sus discípulos. Quien considere con un espíritu objetivo, con un sentido vibrante de la verdad, los artificios a que recurre no puede menos que calificar de vergonzosa su conducta.

653. *Pues el minio, iluminado por el verde prismático ordinario, no aparece rojo ni verde, sino de color anaranjado o amarillo, según que la luz verde que lo ilumina esté compuesta en mayor o menor grado.*

654. ¿Por qué el autor no procede aquí por etapas? Proyecte sobre el minio el rojo prismático ordinario, y aparecerá de un color rojo no menos hermoso y brillante que cuando recurre para tal fin al espectro más maltratado. Haga caer sobre el minio el verde del espectro más atormentado por él, y el fenómeno se presentará tal como lo describe, mejor dicho, tal como lo hemos descrito oportunamente. ¿Por qué empieza por poner en tela de juicio los experimentos factibles, lo complica todo y acaba por retornar a los experimentos iniciales? Nada más que para confundir a la gente y dejar una puerta abierta para sí mismo y su rebaño.

Nos cuesta traducir la fraseología enrevesada con la que pretende interpretar a su manera la destrucción del color verde prismático proyectado sobre el minio.

655. *Pues así como el minio aparece rojo cuando lo ilumina la luz blanca en que todas las clases de rayos se hallan mezcladas en proporciones iguales, cuando es iluminado por la luz verde, en que todas las clases de rayos están mezcladas en proporciones desiguales, debe suceder otra cosa.*

656. Tome nota el lector de que aquí el autor afirma que el verde comporta todas las clases de rayos, aseveración que no concuerda con su explicación anterior de la heterogeneidad de los rayos homogéneos; pues allí, al quedar disociados los supuestos círculos, sólo se enlazan los colores contiguos, en tanto que aquí cada color cubre toda la imagen, de suerte que parece imposible separar los colores.

657. *Pues, de un lado, la preponderancia de los rayos que tiñen de amarillo, verde y azul en la luz verde incidente determina el que estos rayos son también en la luz reflejada tan frecuentes que llevan el color del rojo hacia el suyo propio. Del otro, como el minio refleja con más frecuencia, relativamente, los rayos que tiñen de rojo y, en segundo término, los rabos que tiñen de anaranjado y de amarillo, éstos son en la luz reflejada más frecuentes de lo que han sido en la luz verde incidente y en conse-*

cuencia llevan la luz reflejada del verde hacia su respectivo color específico. De ahí que el minio no aparece ni rojo ni verde, sino de un color intermedio de ambos.

658. Como más arriba hemos expuesto detenidamente todo este asunto, aquí sólo nos resta señalar este solemne disparate a la posteridad como modelo de semejante modo de tratar las cosas.

Agrega Newton cuatro observaciones, que explica a su manera y que vamos a consignar junto con nuestro comentario.

659. *Es dable observar que en los líquidos transparentes coloreados el color se modifica en función del volumen. Si se mira, por ejemplo, un líquido rojo en un vaso cónico, teniéndolo entre los ojos y la luz, aparece abajo de todo, donde el volumen es menor, de un color amarillo pálido y diluido; algo más arriba, donde el vaso se va ensanchando, anaranjado; aún más arriba, rojo, y arriba del todo, de un color rojo muy subido y saturado.*

660. Hemos ilustrado esta observación mediante vasos graduados (E. 517, 518) y en base a ellos explicado la teoría importante de la exaltación, o sea que el amarillo y el azul, por condensación y sombreado, gravitan hacia el rojo, poniendo de manifiesto, así, la propiedad que hemos advertido en ocasión de su aparición primitiva en medios turbios. Nos hemos percatado de lo sencillo y profundo que es este fenómeno primario y fundamental; tanto más nos sorprende todo ese despliegue a que recurre Newton para interpretarlo a su manera.

661. *Aquí cabe suponer que tal líquido rechaza muy fácilmente los rayos que tiñen de índigo y de violeta, menos fácilmente los que tiñen de azul, aún menos fácilmente los que tiñen de verde y los que tiñen de rojo. Si el volumen del líquido sólo es tal que rechaza un número suficiente de rayos que tiñen de azul y de violeta, sin reducir el número de los demás, los restantes rayos (de acuerdo con la sexta proposición de la parte segunda) necesariamente determinan un amarillo pálido; en cambio, si el volumen del líquido aumenta al punto que puede rechazar gran número de rayos que tiñen de azul y algunos de los que tiñen de verde, la composición de los restantes da origen al color anaranjado; y si el volumen del líquido aumenta aún más, de modo tal que puede rechazar gran número de los rayos que tiñen de verde y muchos de los que tiñen de amarillo, el resto necesariamente da un rojo. Este rojo se vuelve cada vez más subido y saturado, a medida que el volumen creciente del líquido rechaza en un grado cada vez mayor los rayos que tiñen de amarillo y de anaranjado, así que pocos rayos logran pasar, fuera de los que tiñen de rojo.*

662. ¿Se da en los anales de la ciencia caso parecido de interpretación descabellada y absurda?

663. *Una observación similar me fue contada el otro día por el señor Halley, el cual, cuando en un día de sol radiante se sumergió en el mar hasta bastante profundidad dentro de una campana de buzo, notó que la parte superior de la mano, en la que daba el sol a través del agua y la ventanilla de la campana, aparecía de color rojo, en tanto que el agua abajo y la parte inferior de la mano, que estaba iluminada por la luz reflejada por el agua, se presentaban de color verde.*

664. Hemos mencionado ya este experimento en el capítulo referente a los colores fisiológicos, que es el lugar que le corresponde. El agua obra en este caso como un medio turbio que atenúa gradualmente los rayos solares, hasta que pasan del amarillo al rojo y finalmente apareceren de color púrpura, en tanto que la sombra toma el color complementario correpondiente, o sea el verde. ¡ Hay que ver las cabrioles que hace Newton para adpatar el fenómeno a su terminología!

665. *De lo cual cabe inferir que el agua del mar refleja muy fácilmente los rayos que tiñen de violeta y de azul y deja pasar los que tiñen de rojo libre y frecuentemente hasta gran profundidad; de suerte que a gran profundidad la luz solar directa necesariamente aparece siempre de color rojo a causa de la preponderancia de los rayos que tiñen de rojo, coloración que aumenta en potencia y viveza en función de la profundidad. En las profundidades donde apenas penetran los rayos que tiñen de violeta, los rayos que tiñen de azul, de verde y de amarillo son reflejados desde abajo más frecuentemente que los que tiñen de rojo y componen un verde.*

666. Como ya estamos familiarizados con la explicación correcta de este fenómeno la interpretación newtoniana nos causa gracia y su falsedad pone de manifiesto la inconsistencia de todo el sistema.

667. *Si se consideran dos líquidos de fuerte color, por ejemplo rojo y azul, uno y otro muy saturados, aunque cada uno de los dos líquidos sea aún transparente, cuando se disponen juntos no se puede mirar a través de ellos. Pues si el uno puede ser atravesado únicamente por los rayos que tiñen de rojo y el otro tan sólo por los que tiñen de azul, ningún rayo puede pasar por los dos. El señor Hooke hizo casualmente la tentativa con vasos cónicos llenos de líquidos rojos y azules, respectivamente, y se sorprendió del inesperado efecto, puesto que por entonces no se conocía aún la causa. Tengo todos los motivos para creer en la verdad de ese experimento, aunque no lo he presenciado personalmente. El que quiera verficarlo debe cuidar de que los líquidos sean de color muy bueno y fuerte.*

668. ¿En qué se basa todo este experimento? Newton sólo dice que un medio a lo sumo traslúcido, cuando es duplicado, se vuelve opaco, bien se trate de un color o de dos colores diferentes mirados primero por separado y después juntos.

669. Para librarse de una vez de este experimento que también hace ya más de cien años que se arrastra por la historia de la teoría de los colores, procúrense varias vasijas cónicas compuestas de placas de vidrio, colocadas verticales y que, dispuestas unas al lado de otras formen paralelepípedos. Llénelas el observador primero de agua pura para estudiar el desplazamiento de las imágenes que se opongan y los consabidos fenómenos prismáticos. Superponga luego dos vasijas la una a la otra y vaya vertiendo en ellas tinta, hasta que el líquido pierda su transparencia; si entonces separa los dos conos, cada uno aparecerá aún suficientemente traslúcido.

670. Si se repite la operación con líquidos coloreados, el resultado es siempre el mismo, y se haga uso de un solo color o de dos. Mientras los líquidos no estén sobresaturados, puede mirarse muy bien a través del paralelepípedo.

671. Ahora se comprende por qué Newton encarece al comienzo y al final de su exposición con tanta insistencia el uso de colores ricos y saturados. Para darse cuenta cabal de que el color nada tiene que ver con el asunto, prepárarse a base de tornasol en dos vasijas cónicas así un líquido azul, en forma que pueda aún mirarse a través del paralelepípedo. Si se hace verter entonces por un asistente vinagre en una de las dos vasijas, el azul se transforma en rojo, por la transparencia del líquido, lejos de disminuir, más bien aumenta, toda vez que el carácter de sombra del color azul se debilita algo por la acción del ácido. Al variar el experimento puede repetirse también todos los experimentos que se relacionan con la mezcla aparente de los colores.

672. Repetimos que un medio traslúcido, duplicado o multiplicado se vuelve opaco, como cualquiera puede comprobarlo mediante vidrios coloreados de ventana, vidrios opalinos y aun vidrios incoloros de ventana.

673. Finalmente, Newton se refiere al experimento a base de medios turbios. Ya estamos familiarizados con estos fenómenos básicos por el Esbozo, circunstancia que nos ayudará a darnos cuenta de la inconsistencia de la interpretación del autor.

674. *Existen algunos líquidos, como la tintura del palo nefrítico, y algunos tipos de vidrio que dejan pasar frecuentemente una modalidad de luz y reflejan otra, y en consecuencia aparecen ora de éste, ora de aquel color, según la posición de los ojos con respecto a la luz. Mas si estos líquidos o vidrios fuesen tan espesos, tuviesen tanto volumen, que ninguna luz podría pasar a través de ellos, no dudo de que igual que los demás cuerpos opacos se presentarían en todas las posiciones de los ojos de un mismo color, aun cuando no puedo demostrarlo experimentalmente.*

675. Y sin embargo, precisamente en este caso el experimento es muy fácil de llevar a cabo. Cuando se mira un medio turbio semitransparente sobre un fondo oscuro, aparece azul; mas este azul no es reflejado por la superficie, sino que proviene de las profundidades. Si tales cuerpos reflejasen el color azul más fácilmente que otros en su superficie, está debiera aparecer azul aunque la turbiedad haya sido llevada al máximo, esto es, a la opacidad; sin embargo, se presenta blanca, por las razones que hemos señalado detalladamente en el Esbozo. El propio Newton se pone aquí sin necesidad alguna, dificultades, porque siente que no pisa terreno seguro.

676. *Pues todas mis observaciones enseñan que se puede mirar a través de todos los cuerpos coloreados si se los hace suficientemente delgados; de ahí que son, en cierto modo, transparentes y se diferencian de los líquidos coloreados transparentes únicamente en grados de transparencia. Tanto estos líquidos como tales cuerpos se vuelven opacos al alcanzar el volumen determinada magnitud. Un cuerpo transparente que aparece de determinado color, al ser atravesado por la luz puede presentarse, en caso de reflexión de la luz, con el mismo color, si la luz correspondiente a dicho color es reflejada por la cara posterior del cuerpo, o bien por el aire lindante con ella. Mas entonces es posible disminuir y aun anular el color reflejado haciendo el cuerpo muy grueso o cubriendo su cara posterior con alquitrán, con el fin de restringir la reflexión de la misma y permitir, así, que predomine la luz reflejada por las áreas colorantes. En tales casos, el color de la luz reflejada tal vez difiera del de la luz que atraviesa el cuerpo.*

677. Toda esta disquisición se le antoja fútil a quien esté familiariazado con la explicación de los colores físicos que hemos ensayado en el Esbozo, particularmente si está convencido, como lo estamos nosotros, de que todo color tiene que tener una luz por fondo para ser visible y que todos los colores físicos son percibidos por nosotros, en definitiva, por una luz atravesante, ya sea que la luz incidente pasa por un cuerpo transparente o que penetra hasta el fondo claro de un cuerpo opaco y de él retorna.

Pasamos por alto el *ergo bibamus* del autor y, junto con él, nos abocamos a la proposición final.

UNDÉCIMA PROPOSICIÓN. SEXTO PROBLEMA

Componer mediante mezcla de luces coloreadas un rayo de luz del mismo color y tipo que un rayo de la luz solar directa y demostrar así la verdad de las proposiciones precedentes

678. Aquí Newton combina una vez más prismas con lentes; pero tampoco logra ningún resultado positivo, pues no hace más que reducir al punto cero, por medio de una lente, el fenómeno cromático llevado al máximo mediante un prisma; detrás del punto cero el fenómeno se invierte: el azul y el violeta aparecen ahora abajo, el amarillo y el rojo amarillento, arriba. Esta imagen cae otra vez sobre un prisma, el cual, como desplaza hacia arriba la imagen invertida, la vuelve a invertir y reduce los bordes al punto cero, donde un tercer prisma, con el ángulo refringente dirigido hacia arriba, recoge la imagen incolora, la que a raíz de la refracción aparece de nuevo coloreada.

679. Para nosotros, esto no tiene nada de extraño; pues sabemos que una imagen refractada y coloreada puede ser vuelta a su lugar y desposeída del fenómeno cromático por diversos medios. También nos es conocida la circunstancia de que tal imagen descolorada, a raíz de renovada refracción, vuelve a colorearse, sin que la nueva coloración guarde la menor relación con la anterior que ha quedado anulada.

680. Los lectores atentos y los experimentadores tampoco ignoran las circunstancias bajo las cuales tales imágenes coloreadas, subjetiva y objetivamente reducidas al punto cero, mantienen, desarrollan, renuevan o invierten sus propiedades de acuerdo con las leyes de la causa y el efecto o por determinación opuesta.

PALABRAS FINALES

CREEMOS haber cumplido con nuestro deber por lo que respecta al tratamiento polémico del tomo primero de la *Óptica* y puesto de manifiesto la inconsistencia de la interpretación newtoniana del fenómeno cromático con que se acompaña la refracción. No nos ocupamos de los demás tomos, que tratan de los fenómenos denominados por nosotros epópticos y parópticos. La explicación newtoniana al respecto nunca ha tenido gran influencia, bien que en todas las historias y manuales de física se haya hecho mención de ella. Hoy día, los naturalistas, incluso los propios compatriotas del autor, la desechan por completo de modo que no hemos de ocuparnos de ella.

Dirigiendo una mirada retrospectiva a nuestro trabajo, ya quisiéramos estar en el caso de aquel cardenal que hacía imprimir el borrador de sus escritos; a buen seguro encontraríamos motivos para subsanar y corregir esto y aquello. Sobre todo suavizaríamos, acaso, algunas expresiones vehementes susceptibles de exasperar al adversario y fastidiar al indiferente, mas que el amigo, por lo menos, ha de perdonar. Es que todo este trabajo ha sido emprendido y llevado a cabo en plena guerra. Desgraciadamente, el espíritu turbulento de la época llega hasta las pacíficas moradas de las Musas y el ejemplo inmediato, cuando no determina, sí modifica las costumbres humanas. En estos últimos años hemos visto que en el entrechocar de las opiniones y las acciones hay que vencer al adversario, no tener miramientos con él; que nadie cede a los halagos y los cumplimientos, sino que insiste en ser echado por la fuerza. En los anales de la ciencia no ha habido facción más terca y obstinada que la newtoniana. Ella le ha amargado la vida a más de un hombre amante de la verdad y me ha robado también a mí un uso más alegre y provechoso de varios años; séame perdonado, pues, el haber hablado mal de ella y de su maestro. Espero que sea para bien de las generaciones venideras.

LÁMINAS

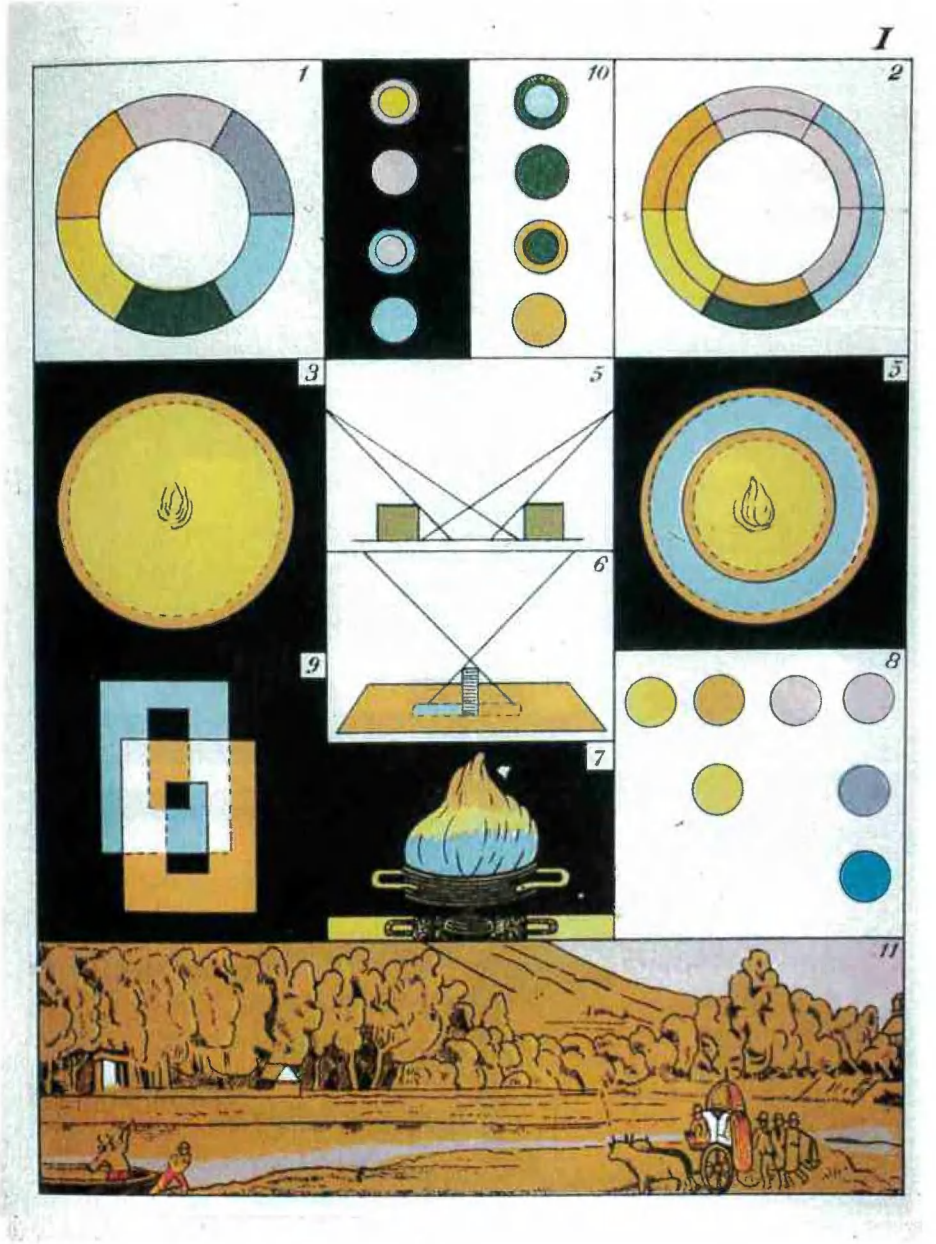


LÁMINA I

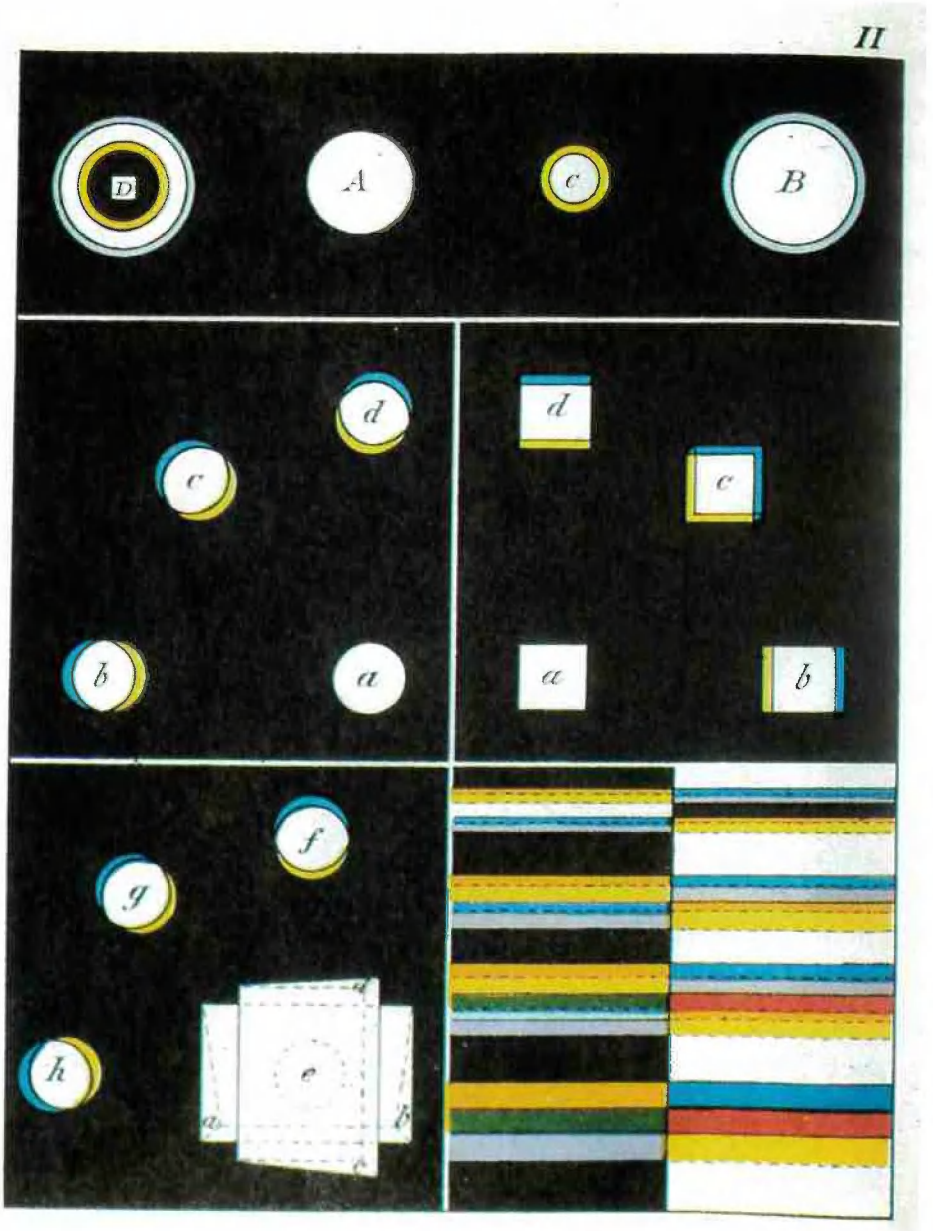


LÁMINA II

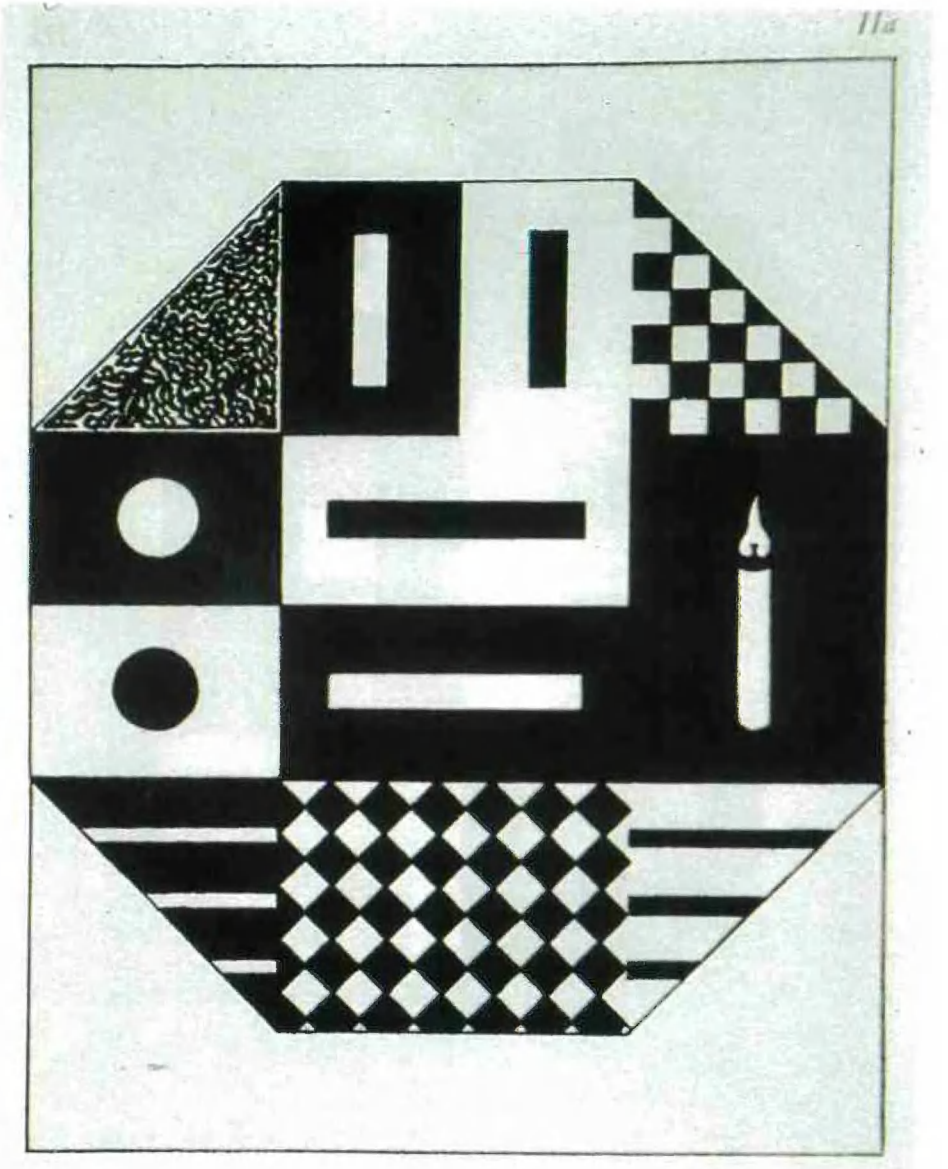


LÁMINA IIa

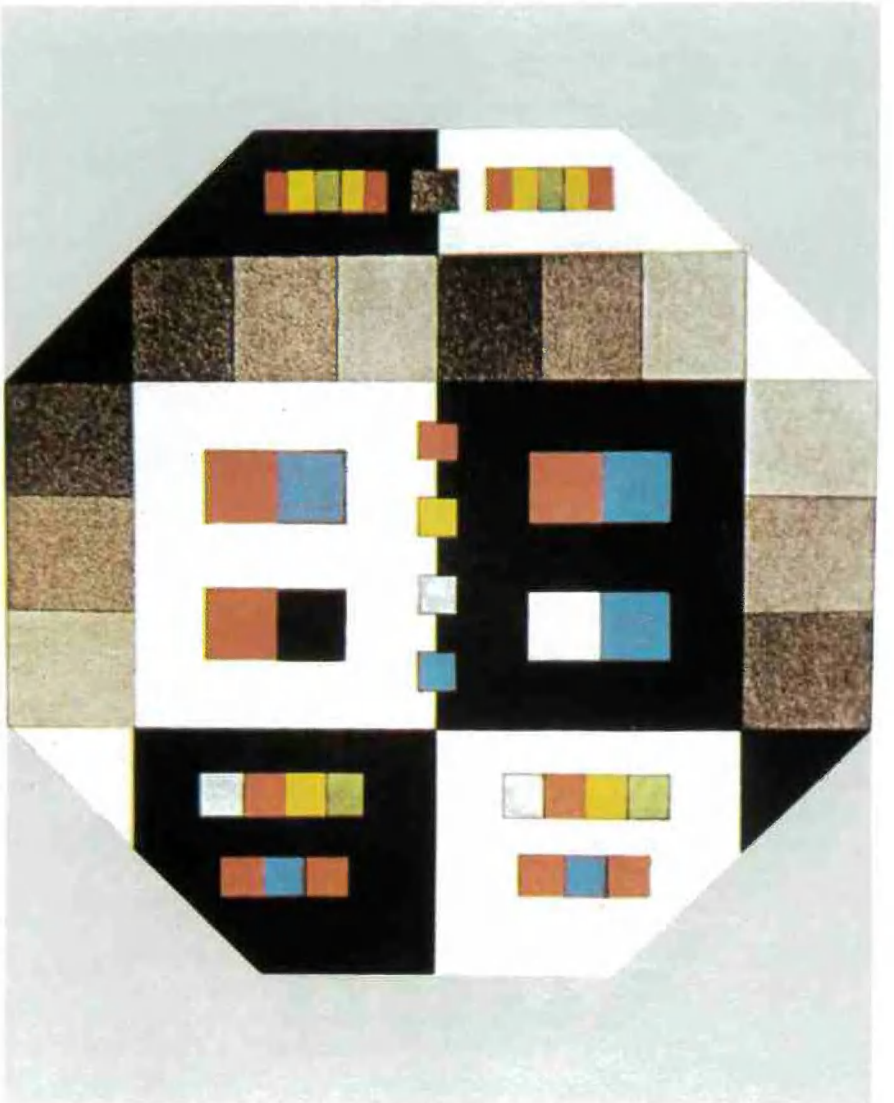


LÁMINA III

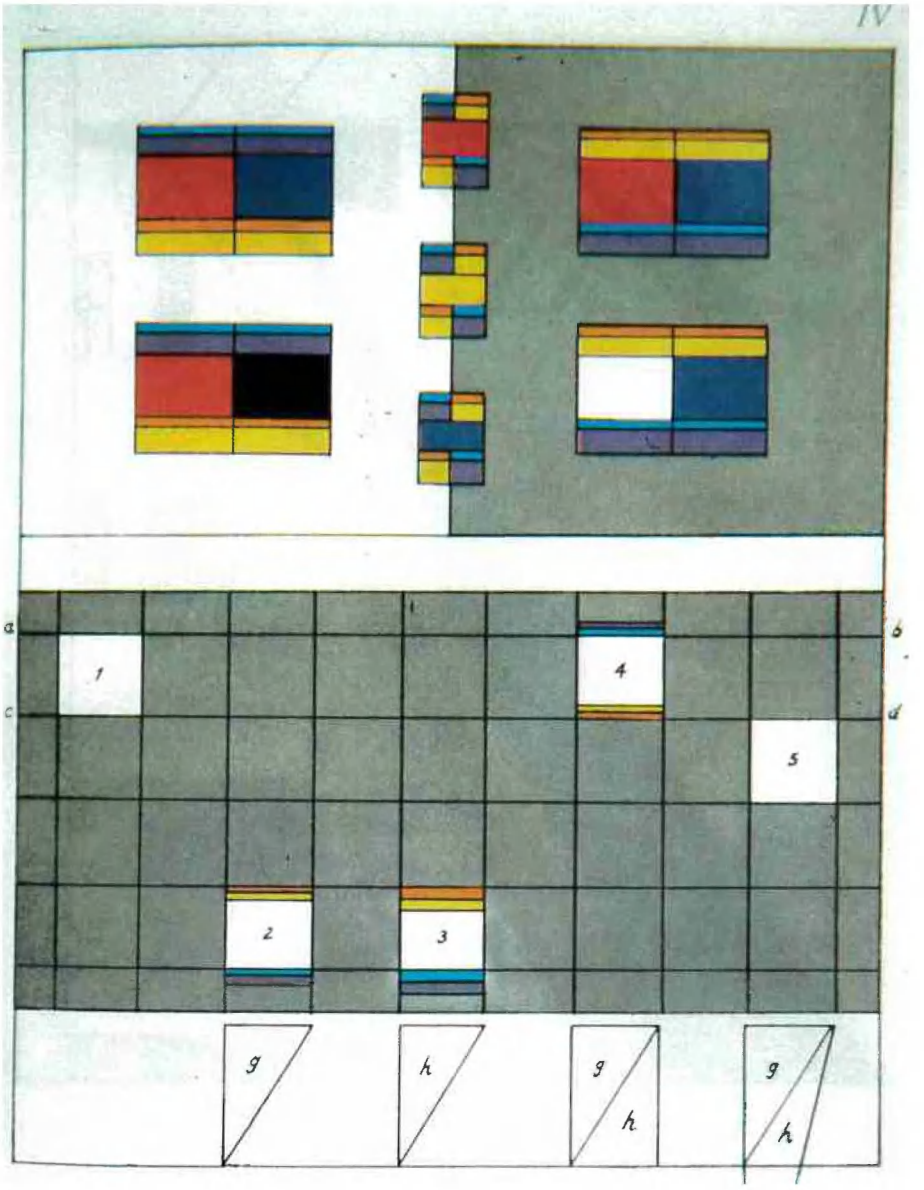


LÁMINA IV

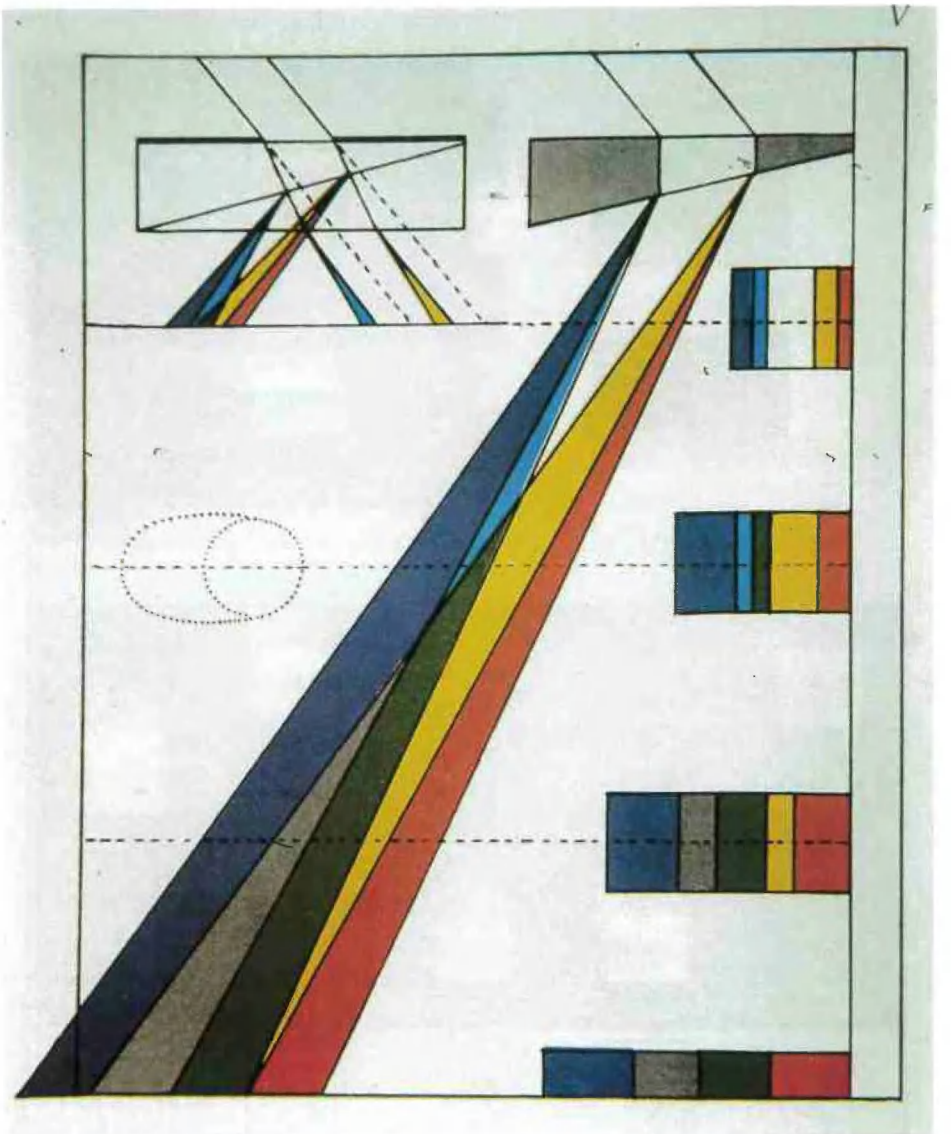


LÁMINA V

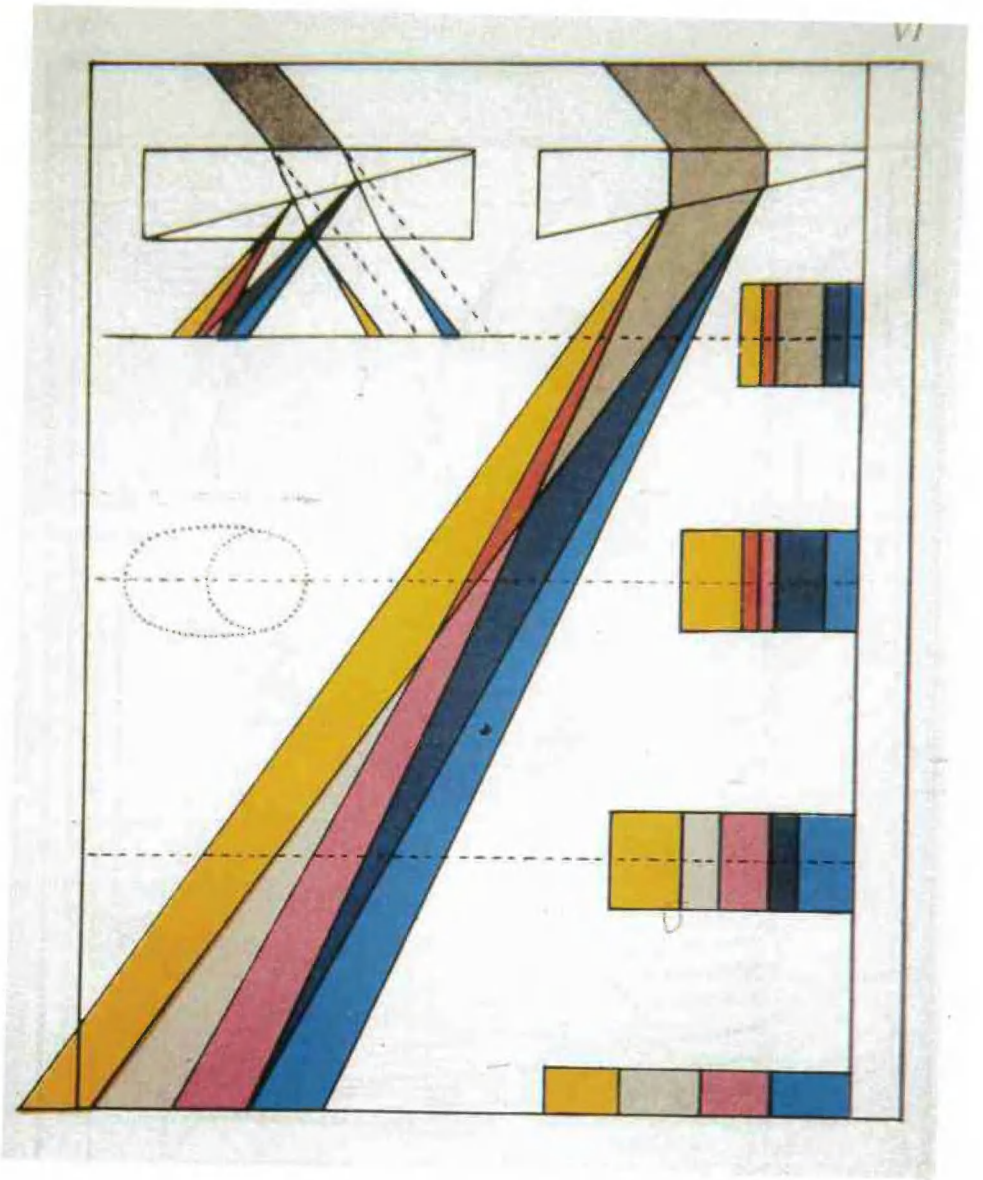


Lámina VI

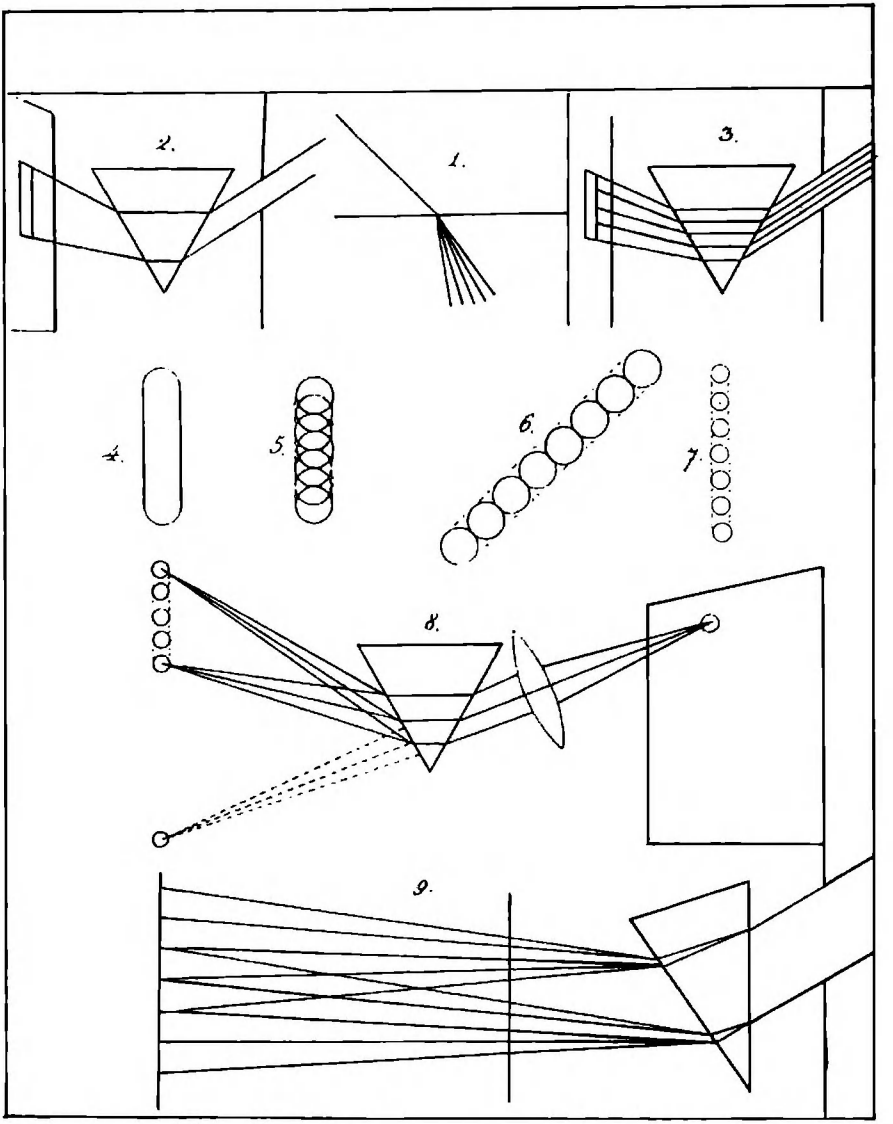


LÁMINA VII

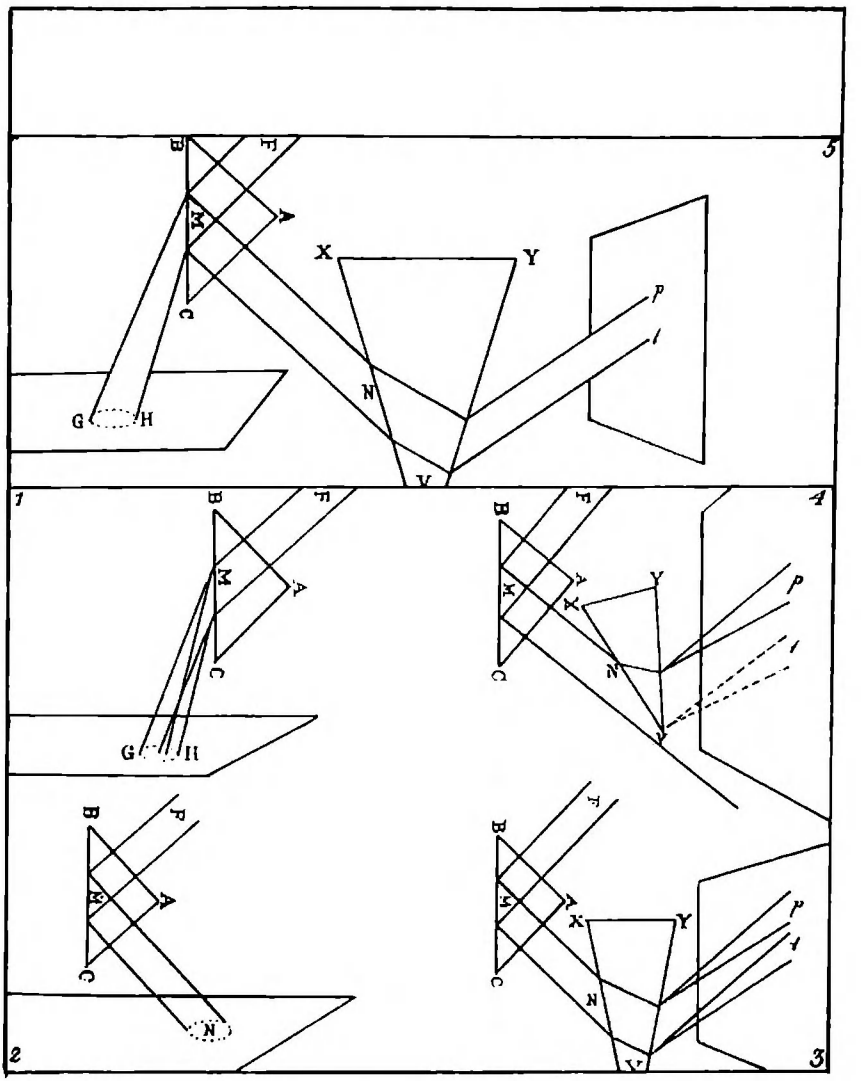

3
B
F
M
A
C
G
H
X
Y
N
V
P
l
1
B
F
M
A
C
G
H
4
B
F
M
A
C
X
Y
N
V
P
l
2
B
F
M
A
C
N
3
B
F
M
A
C
X
Y
N
V
P
l

LÁMINA VIII

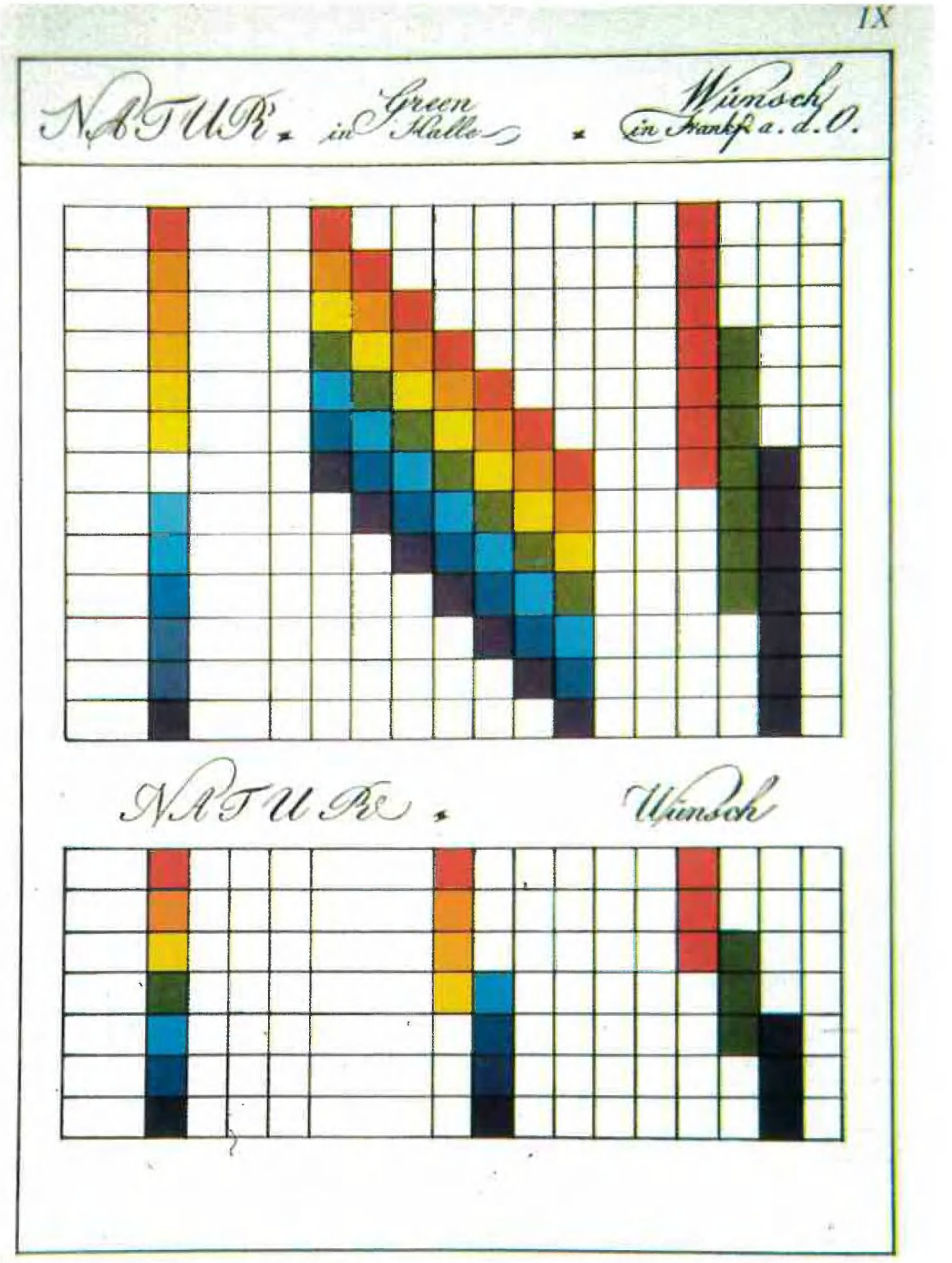


LÁMINA IX. Traducción de los títulos: "Naturaleza. Green en Halle. Wünsch en Francfort del Oder"

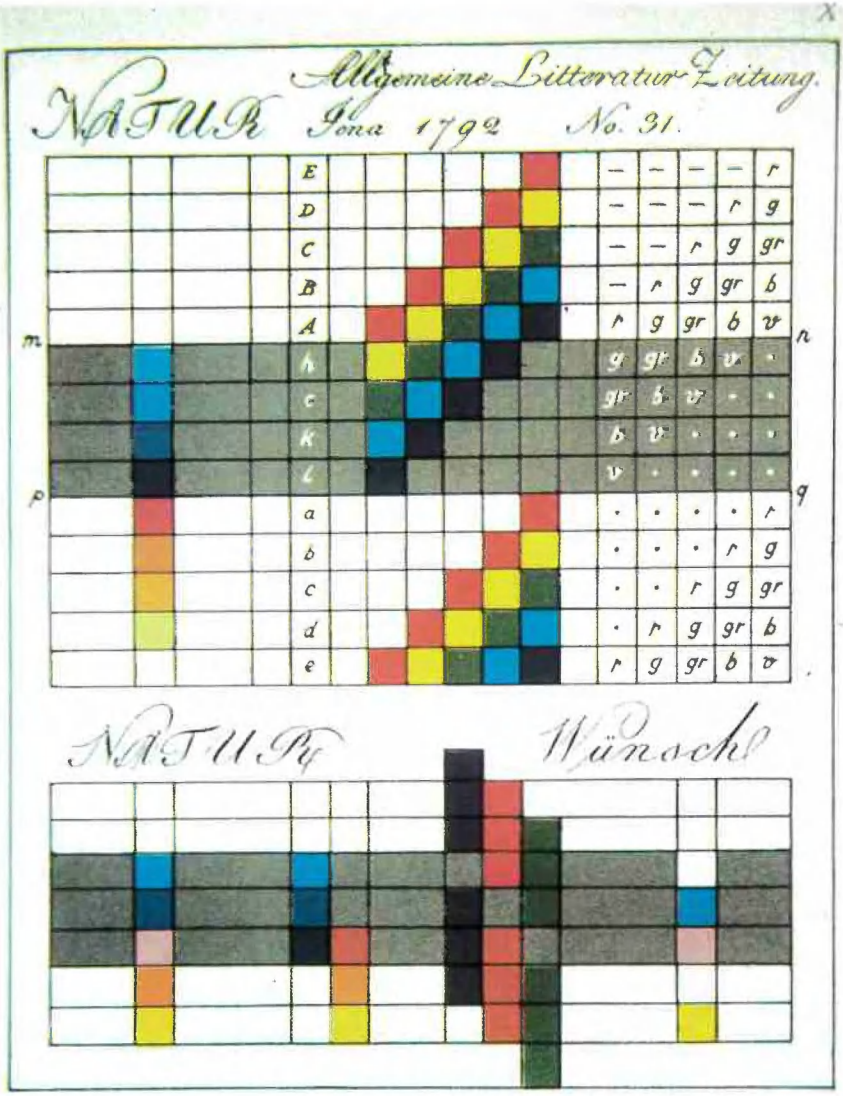
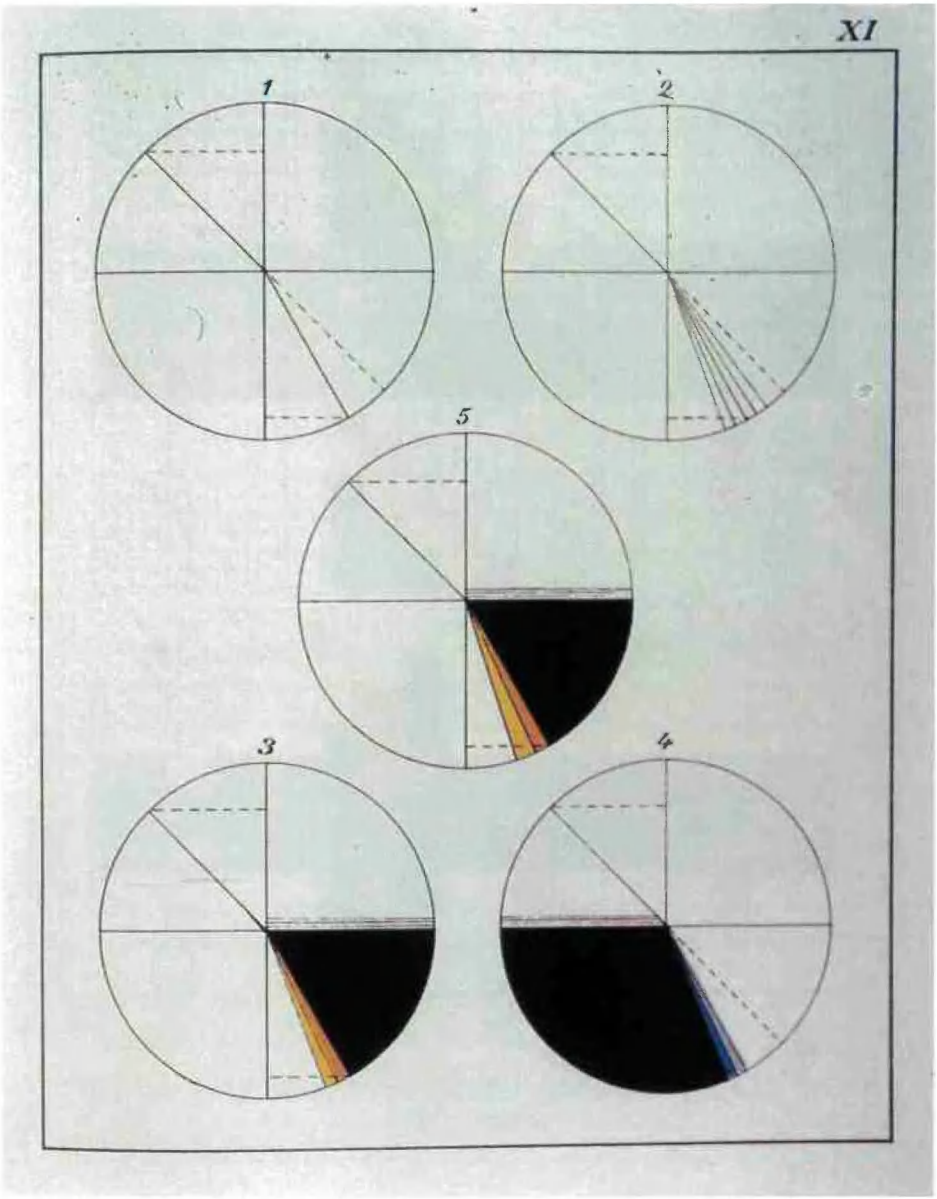


LÁMINA X. Traducción de los títulos: "Naturaleza. Periódico Literario, n.° 31, Jena, 1792" / "Naturaleza. Deseo"



LAMINA XI

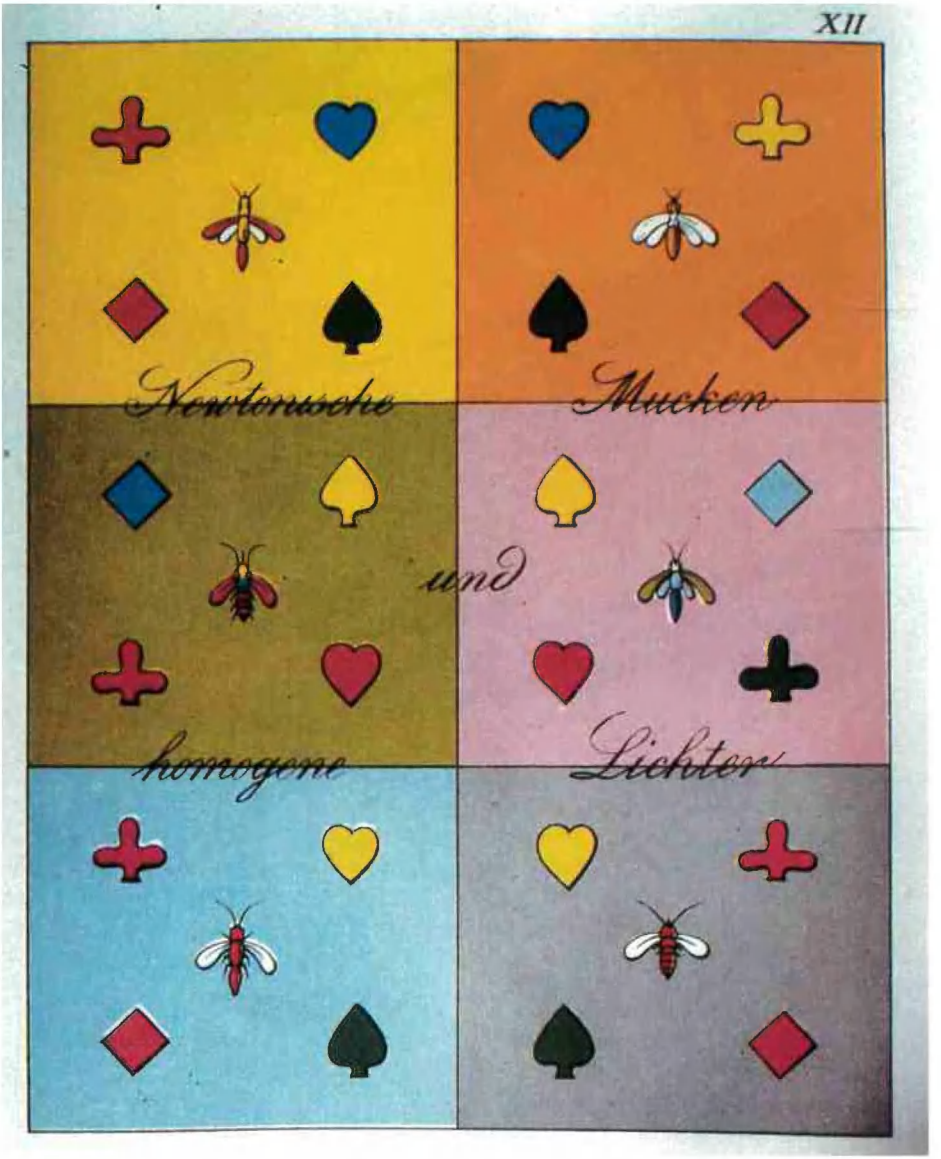


LÁMINA XII. Traducción del texto: "Mosquitos newtonianos y luces homogéneas"

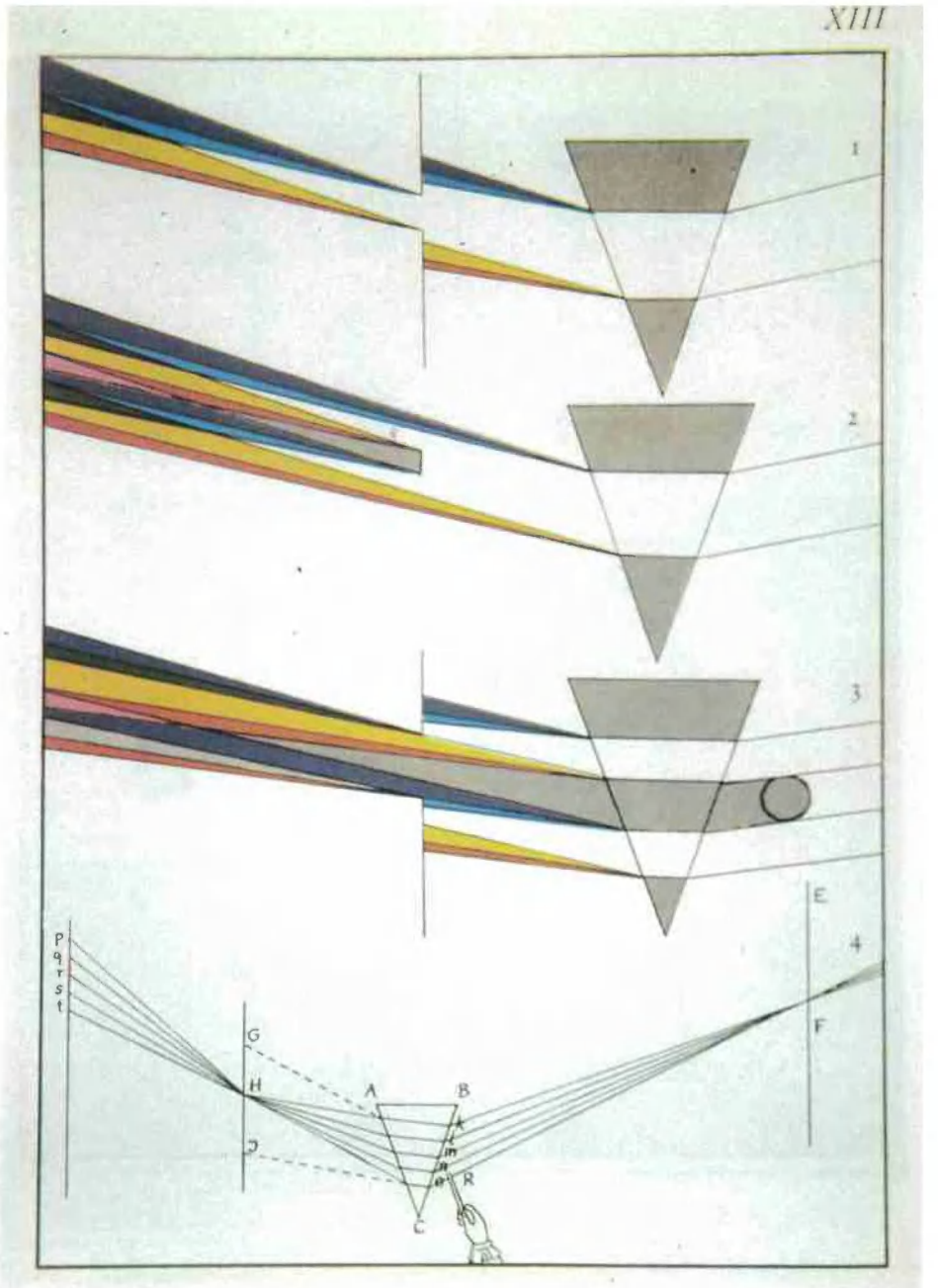


Lámina XIII

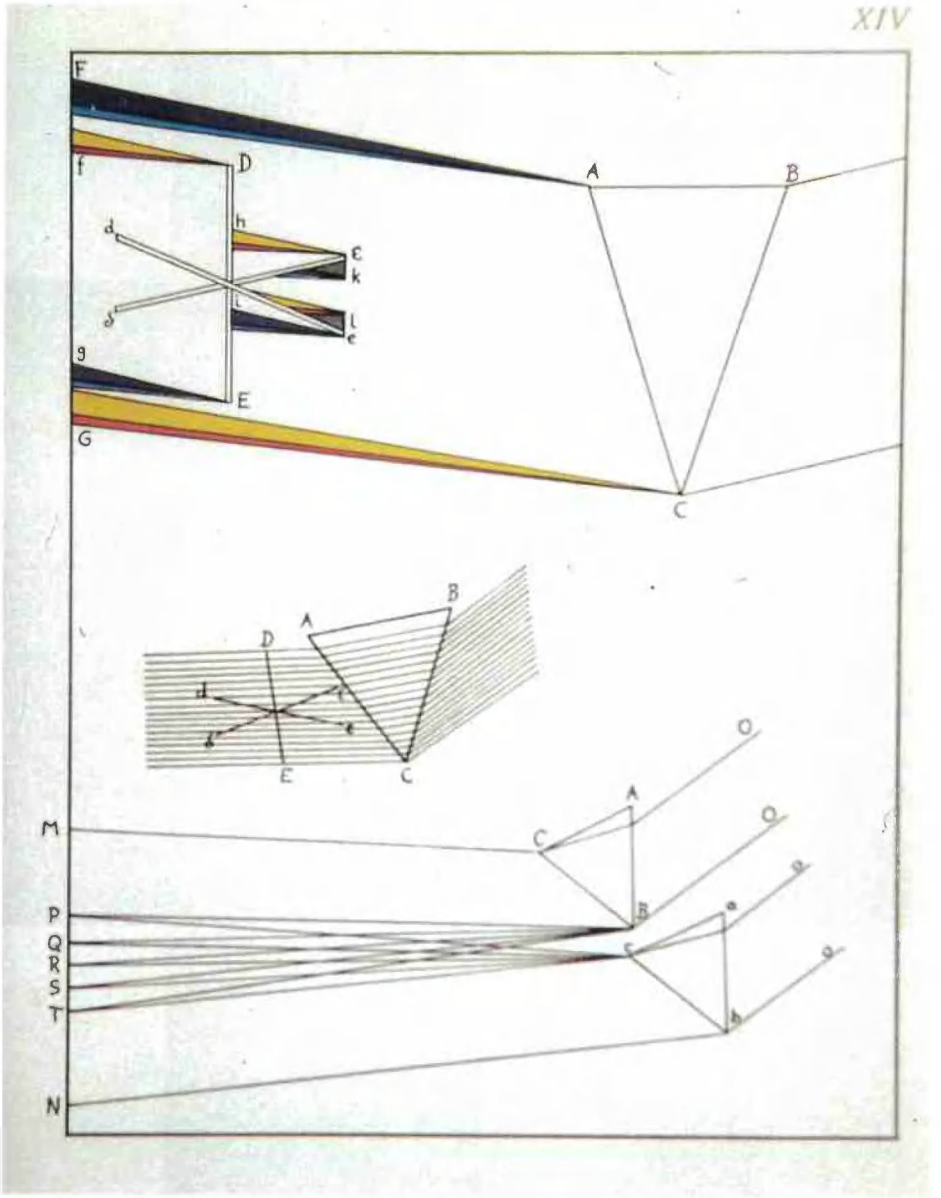


LÁMINA XIV

Se termino de imprimir
en Artes Gráficas Soler, S. L.,
de la ciudad de Valencia,
en diciembre de 2015

COLECCIÓN TRATADOS

LEONARDO
ALBERTI
Tratado de la Pintura
Tres libros sobre la Pintura

M. CHANTELOU
Diario del viaje a Francia del Caballero Bernini

A. R. MENGS
Tratado de la belleza

SAGREDO
Medidas del romano

JOHN RUSKIN
Las siete lámparas de la Arquitectura

J. W. VON GOETHE
Teoría de los colores

MILIZIA
Arte de saber ver en las Bellas Artes del Diseño

VARCHI
Lección sobre la primacía de las artes

ANÓNIMO
De Arquitectura
Tratado del siglo XVI

C. DE ARCE Y CACHO
Conversaciones sobre la Escultura

JOHN RUSKIN
Las piedras de Venecia

L. B. ALBERTI
Momo o del Príncipe

VIOLLET-LE-DUC
Conversaciones sobre la Arquitectura

GOETHE

CONSEJO GENERAL DE LA ARQUITECTURA
TÉCNICA DE ESPAÑA